Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale” n. 3 del 4 gennaio 2002 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

PARTE PRIMA **Roma - Venerdì, 4 gennaio 2002** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L’ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

N. 5

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 5 novembre 2001.

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

SOMMARIO

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 5 novembre 2001.

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

Visto l'art. 13, comma 1, del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada) e successive modificazioni, che prevede l'emanazione da parte del Ministro dei lavori pubblici, sentiti il Consiglio superiore dei lavori pubblici ed il Consiglio nazionale delle ricerche, delle norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo ed il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi ad eccezione di quelle di esclusivo uso militare;

Visto l'art. 41, comma 3, del decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 300, con il quale è stato istituito il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti e sono state trasferite allo stesso le funzioni e i compiti già del Ministero dei lavori pubblici;

Considerato che è stato condotto uno studio a carattere prenormativo circoscritto unicamente alle caratteristiche geometriche e costruttive delle strade in collaborazione con il Consiglio nazionale delle ricerche;

Considerato che il documento tecnico risultante dal citato studio recante il titolo «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade» è stato approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del medesimo C.N.R., in data 13 novembre 1998;

Visto il voto n. 12 reso sul testo succitato dalla V sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici nell'adunanza del 16 giugno 1999, con il quale, oltre a formulare osservazioni, suggerimenti e proposte di modifica, la sezione ha espresso la necessità di rimettere la materia all'esame dell'assemblea generale, in considerazione dell'importanza degli argomenti trattati;

Visto il voto n. 278 reso dall'assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici nell'adunanza del 5 maggio 2000, con il quale è stato espresso parere favorevole sul documento tecnico medesimo, con l'apporto di modifiche, integrazioni e perfezionamenti;

Ritenuto che le finalità relative alla riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico previste dall'art. 13 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, sono perseguibili anche attraverso una corretta progettazione dell'asse e della sezione stradale e che peraltro gli stessi obiettivi sono più propriamente perseguibili attraverso specifiche normative che esulano dalla definizione delle caratteristiche funzionali e geometriche delle strade;

Ritenuto che dall'applicazione del presente decreto, debbono essere esclusi i progetti definitivi già redatti alla data del presente decreto, perché l'applicazione delle norme sopravvenute potrebbe comportare la tardiva introduzione di variazioni non secondarie, imponendo tempi lunghi di rifacimento e, in ipotesi, il reperimento di nuove risorse finanziarie, con conseguente blocco prolungato dell'avvio di opere già progettate e finanziate;

Ritenuto altresì che l'esclusione non possa essere riferita soltanto ai progetti definitivi già approvati, in considerazione, in particolare, dei lunghi tempi spesso intercorrenti tra redazione ed approvazione dei progetti definitivi, collegata all'esperimento delle procedure autorizzative della relativa conferenza di servizi, e del conseguente vasto numero di progetti già redatti ed in fase di approvazione che sarebbero soggetti a prolungato blocco;

Ritenuto infine dover comunque regolamentare l'applicazione delle norme ai progetti preliminari già approvati, in modo da accelerare la procedura di revisione progettuale;

Visto l'art. 14 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche ed integrazioni che prevede l'inserimento nei programmi triennali e negli aggiornamenti annuali dei lavori subordinatamente alla approvazione dei relativi progetti preliminari;

Tutto ciò visto e considerato;

Decreta:

Art. 1.

Sono approvate le norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade di cui al comma 1 dell'art. 13 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, che si riportano in allegato al presente decreto di cui formano parte integrante.

Esse sono dirette a tutti gli enti proprietari delle strade di uso pubblico individuate dall'art. 2 del decreto sopra citato e successivamente individuate, limitatamente a quelle di pertinenza dello Stato, dal decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 461, attuativo dell'art. 98, comma 2, del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, e cioè:

l'ANAS e le società concessionarie per le autostrade di interesse nazionale;
l'ANAS per le altre strade di interesse nazionale;
le regioni per le strade regionali;
le province per le strade provinciali;
i comuni per le strade comunali sia urbane che extraurbane.

Art. 2.

Le presenti norme si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e per l'adeguamento di tronchi stradali esistenti salva la deroga di cui al comma 2 dell'art. 13 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285.

Art. 3.

Nel caso in cui, come previsto dal suddetto comma 2 dell'art. 13 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, particolari condizioni locali, ambientali, paesaggistiche, archeologiche ed economiche non consentano il pieno rispetto delle presenti norme, possono essere adottate soluzioni progettuali diverse a condizione che le stesse siano supportate da specifiche analisi di sicurezza e previo parere favorevole del Consiglio superiore dei lavori pubblici per le autostrade, le strade extraurbane principali e le strade urbane di scorrimento, e del provveditorato regionale alle opere pubbliche per le altre strade.

Art. 4.

Ove si proceda ad interventi riguardanti la rettifica di strade esistenti per tratti di estesa limitata, il rispetto delle presenti norme, previa idonea sistemazione delle zone di transizione, è condizionato alla circostanza che detto adeguamento non determini pericolose ed inopportune discontinuità.

Art. 5.

Il presente decreto non si applica alle opere in corso ed a quelle per le quali, al momento della sua entrata in vigore, sia già stato redatto il progetto definitivo.

Per i progetti preliminari già approvati, le varianti richieste in applicazione del decreto saranno introdotte in corso di stesura del progetto definitivo, senza l'obbligo di rivedere il progetto preliminare. I quadri economici ed i piani finanziari saranno adeguati agli incrementi di spesa al momento della approvazione del progetto definitivo.

Art. 6.

Il presente decreto è inviato alla Corte dei conti per la registrazione ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera *c)*, della legge 14 gennaio 1994, n. 20, ed alla *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana per la pubblicazione.

Roma, 5 novembre 2001

Il Ministro: LUNARDI

Registrato alla Corte dei conti il 22 novembre 2001
Ufficio di controllo sugli atti dei Ministeri delle infrastrutture ed assetto del territorio, registro n. 5, foglio n. 326

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

ISPETTORATO GENERALE PER LA CIRCOLAZIONE E LA SICUREZZA STRADALE

NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE

INDICE DELLA NORMA

Pag.

INTRODUZIONE

In attuazione dell'art. 13 del D. L.vo 30 aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modificazioni, il Ministro dei Lavori Pubblici emana le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";

Dette norme, devono essere improntate anche alla sicurezza della circolazione di tutti gli utenti della strada, alla riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico, ed al rispetto dell'ambiente e di immobili di notevole pregio architettonico o storico.

Per la redazione di queste norme il Ministro dei LL.PP. ha sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

CAP. 1 - DEFINIZIONI E RIFERIMENTI NORMATIVI

Si definisce "strada" l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Le norme che formano oggetto di questo testo definiscono i criteri per la progettazione degli aspetti funzionali e degli elementi geometrici delle strade, in relazione alla loro classificazione secondo il Codice della strada. La qualificazione funzionale delle strade è basata sui tipi di utenti e di attività ammesse sulle strade stesse, tenuto conto della situazione ambientale in cui esse sono inserite. I criteri di progettazione riguardano gli elementi geometrici dell'asse e della piattaforma delle strade urbane ed extraurbane, affinché la circolazione degli utenti ammessi si svolga con sicurezza e regolarità. Nello specifico, per i veicoli motorizzati le presenti norme perseguono lo scopo di indurre i conducenti a non superare i valori di velocità posti a base della progettazione.

La domanda di trasporto, individuata dal volume orario di traffico, dalla sua composizione e dalla velocità media di deflusso, determina, come scelta progettuale, la sezione stradale e l'intervallo della velocità di progetto. In particolare, la scelta del numero di corsie di marcia della sezione stradale e della loro tipologia definisce l'offerta di traffico, mentre la scelta dell'intervallo di velocità di progetto condiziona, in relazione all'ambiente attraversato dall'infrastruttura, le caratteristiche plano-altimetriche dell'asse e le dimensioni dei vari elementi della sezione.

Con il termine "intervallo di velocità di progetto" si intende il campo dei valori in base ai quali devono essere definite le caratteristiche dei vari elementi di tracciato della strada (rettifili, curve circolari, curve a raggio variabile). Detti valori variano da elemento ad elemento, allo scopo di consentire al progettista una certa libertà di adeguare il tracciato al territorio attraversato.

Il limite superiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi meno vincolanti del tracciato, date le caratteristiche di sezione della strada. Essa è comunque almeno pari alla velocità massima di utenza consentita dal Codice per i diversi tipi di strada (limiti generali di velocità).

Il limite inferiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti per una strada di assegnata sezione.

Nel fissare le velocità di progetto di due elementi successivi e contigui del tracciato stradale si dovrà evitare l'adozione dei valori minimo e massimo dell'intervallo prefissato. Inoltre il passaggio da un elemento con una certa velocità di progetto ad un altro con velocità di progetto sensibilmente diversa dovrà avvenire con i criteri di gradualità successivamente prescritti.

Si osservi che, in situazioni favorevoli per conformazione del territorio interessato dal tracciato e per assenza di vincoli di qualunque tipo, è consigliabile, senza un sensibile aggravio dei costi di costruzione, adottare per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti, una velocità di riferimento maggiore del limite inferiore dell'intervallo previsto.

Le norme di questo testo si riferiscono alla costruzione di tutti i tipi di strade previste dal Codice, con esclusione di quelle di montagna collocate su terreni morfologicamente difficili, per le quali non è generalmente possibile il rispetto dei criteri di progettazione di seguito previsti.

Inoltre queste norme non considerano particolari categorie di strade urbane, quali ad esempio quelle collocate in zone residenziali, che necessitano di particolari arredi, quali anche i dispositivi per la limitazione della velocità dei veicoli, né quelle locali a destinazione particolare. Parimenti, esse non riguardano la progettazione geometrica e funzionale delle intersezioni.

Interventi su strade esistenti vanno eseguiti adeguando alle presenti norme, per quanto possibile, le caratteristiche geometriche delle stesse, in modo da soddisfare nella maniera migliore le esigenze della circolazione. La transizione tra tratti adeguati e tratti in cui l’adeguamento è stato ritenuto non possibile dovrà essere convenientemente risolta ad evitare l’introduzione di ulteriori situazioni di pericolosità.

Per quanto riguarda le distanze minime - in parallelo alla strada - a protezione della piattaforma e delle pertinenze, occorre fare riferimento al Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice - D.P.R. 16.12.1992 n.° 495 - artt. 26, 27 e 28.

Peraltro si raccomanda alla sensibilità del progettista la previsione progettuale vincolante di idonei distanziamenti, rispetto la strada, di recinzioni, alberature, esercizi di vendita ecc., in modo tale da non pregiudicare la sicurezza di tutti gli utenti e la scorrevolezza del traffico.

Rimane inoltre ai progettisti la possibilità di proporre soluzioni innovative rispetto le seguenti norme, con l'obbligo che esse debbano venir comunque approvate secondo le modalità precisate all'art. 13 del Codice.

CAP. 2 - LE RETI STRADALI

Ai fini di una valorizzazione delle infrastrutture stradali, dal punto di vista della funzionalità e sicurezza, coordinata al rispetto delle risorse ambientali ed allo sviluppo socio-economico dell'area territoriale di inserimento, risulta fondamentale individuare un ordinamento delle strade basato sia sulla funzione ad esse associata nel territorio, sia sulla funzione da esse assolta all'interno della rete stradale di appartenenza.

Il sistema globale di infrastrutture stradali può essere schematizzato come un insieme integrato di reti distinte, ciascuna delle quali costituita da un insieme di elementi componenti che si identificano con le strade (archi), collegate da un sistema di interconnessioni (nodi).

In considerazione di ciò e della necessità di una classificazione funzionale delle strade, prevista dal Codice, risulta quindi indispensabile eseguire una valutazione complessiva delle reti stradali a cui le singole strade possono appartenere e definire per tali reti un preciso rapporto gerarchico basato sull'individuazione della funzione assolta dalla rete nel contesto territoriale e nell'ambito del sistema globale delle infrastrutture stradali.

A tale scopo sono stati individuati alcuni fattori fondamentali che, caratterizzando le reti stradali dal punto di vista funzionale, consentono di collocare la rete oggetto di studio in una classe precisa; essi sono:

- tipo di movimento servito (di transito, di distribuzione, di penetrazione, di accesso); il movimento è da intendersi pure nel senso opposto, cioè di raccolta progressiva ai vari livelli;
- entità dello spostamento (distanza mediamente percorsa dai veicoli);
- funzione assunta nel contesto territoriale attraversato (collegamento nazionale, interregionale, provinciale, locale);
- componenti di traffico e relative categorie (veicoli leggeri, veicoli pesanti, motoveicoli, pedoni, ecc.).

Con riferimento a quanto previsto dalla classificazione funzionale delle strade (ex art. 2 del Codice) ed in considerazione dei quattro fattori fondamentali sopra elencati, si possono individuare nel sistema globale delle infrastrutture stradali i seguenti quattro livelli di rete, ai quali far corrispondere le funzioni riportate nella seguente tabella. Nella stessa tabella è presentata una corrispondenza indicativa tra gli archi della rete e i tipi di strade previsti dal Codice.

RETE	STRADE CORRISPONDENTI SECONDO CODICE	
	in ambito extraurbano	in ambito urbano
a - rete primaria (di transito, scorrimento)	autostrade extraurbane strade extraurbane principali	autostrade urbane strade urbane di scorrimento
b - rete principale (di distribuzione)	strade extraurbane principali	strade urbane di scorrimento
c - rete secondaria (di penetrazione)	strade extraurbane secondarie	strade urbane di quartiere
d - rete locale (di accesso)	strade locali extraurbane	strade locali urbane

RETE PRIMARIA

- movimento servito: *transito, scorrimento*
- entità dello spostamento: distanze lunghe
- funzione nel territorio: nazionale e interregionale in ambito extraurbano, di intera area urbana in ambito urbano
- componenti di traffico: componenti limitate

RETE PRINCIPALE

- movimento servito: *distribuzione* dalla rete primaria alla secondaria ed eventualmente alla locale
- entità dello spostamento: media distanza
- funzione nel territorio: interregionale e regionale in ambito extraurbano, interquartiere in ambito urbano
- componenti di traffico: componenti limitate

RETE SECONDARIA

- movimento servito: *penetrazione* verso la rete locale
- entità dello spostamento: distanza ridotta
- funzione nel territorio: provinciale e interlocale in ambito extraurbano, di quartiere in ambito urbano
- componenti di traffico: tutte le componenti

RETE LOCALE

- movimento servito: *accesso*
- entità dello spostamento: breve distanza
- funzione nel territorio: interlocale e comunale in ambito extraurbano, interna al quartiere in ambito urbano
- componenti di traffico: tutte le componenti

Procedendo in ordine decrescente nella gerarchia prefissata per le reti, si verifica che la velocità media di percorrenza decresce e la qualità del servizio offerto diminuisce rapidamente all'aumentare del flusso di traffico. Non deve essere sottovalutata, inoltre, nell'ambito del fattore "componenti di traffico" la variabile veicoli pesanti che, oltre a dare implicitamente indicazioni sulla tipologia di movimento servito, pone l'accento sull'eventuale necessità di istituire "canali di traffico preferenziale" da introdurre come elementi fondamentali delle reti stradali a destinazione specifica.

Ai quattro livelli funzionali di rete sopracitati deve essere aggiunto, inoltre, il livello terminale, che si identifica con le strutture predisposte alla sosta dei veicoli, limitate anche a poche unità di superficie, e che risulta caratterizzato nel modo che segue:

LIVELLO TERMINALE

- movimento servito: *sosta*
- entità dello spostamento: nulla
- funzione nel territorio: locale
- componenti di traffico: tutte le componenti, salvo limitazioni specifiche

Individuata la classe funzionale di ciascuna delle reti stradali formanti il sistema globale, è possibile individuare gli elementi componenti della stessa, cioè le strade, definendo per essi le caratteristiche d'uso e di collocazione più idonea. In linea teorica, la funzione principale assegnata alla singola strada deve coincidere con quella propria della rete di appartenenza. In realtà, si può raggiungere solo una coerenza funzionale tra rete ed elemento stradale; a tale proposito può essere utile definire per il singolo tronco stradale una funzione principale ed eventuali funzioni secondarie le quali, però, per garantire il buon funzionamento della rete, devono corrispondere alle funzioni principali delle classi funzionali contigue a quella propria dell'elemento oggetto di studio, secondo lo schema di seguito riportato:

TIPO DI STRADA / FUNZIONE	PRIMARIA	PRINCIPALE	SECONDARIA	LOCALE
transito, scorrimento	●	○		
distribuzione	○	●	○	
penetrazione		○	●	○
accesso			○	●

● funzione principale propria

○ funzione principale della classe adiacente

Da ciò emerge che per il buon funzionamento del sistema globale è necessaria una chiara attribuzione di funzioni alle singole reti ed una precisa individuazione delle funzioni principali e secondarie per gli archi di esse; in questo modo è possibile evitare che i singoli elementi stradali appartengano contemporaneamente a diverse classi di reti.

Inoltre, per assicurare il funzionamento del sistema globale devono essere aggiunte le interconnessioni che, se omogenee, collegano strade della stessa rete, e se disomogenee collegano, di norma, strade appartenenti a reti di livello funzionale adiacente.

Si individuano le seguenti classi:

- interconnessione primaria (nella rete primaria e tra rete primaria e rete principale)
- interconnessione principale (nella rete principale e fra rete principale e rete secondaria)
- interconnessione secondaria (nella rete secondaria e tra rete secondaria e rete locale)
- interconnessione locale (nella rete locale)

Tali nodi o interconnessioni hanno caratteristiche tecniche diverse a seconda della classe funzionale cui appartengono. Inoltre, essi sono presenti sulle reti in numero crescente al diminuire della loro collocazione gerarchica.

All'interno di un sistema globale di reti esistenti è possibile l'assenza di qualche livello funzionale; ciò risulta accettabile purché venga rispettato l'ordinamento gerarchico dei movimenti fra elementi stradali gerarchicamente più prossimi.

La figura 2.a graficizza esemplificativamente i quattro livelli di rete.

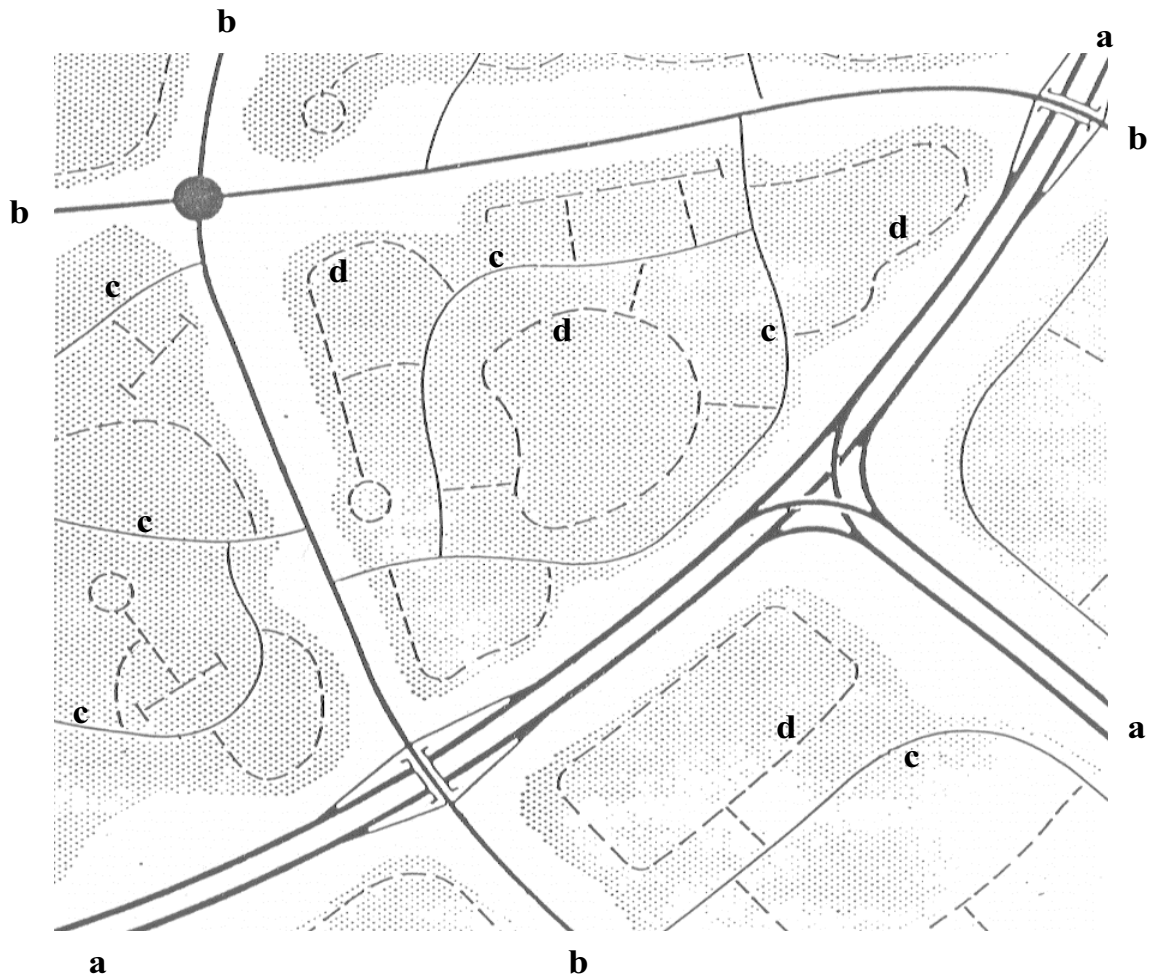



Fig. 2.a

CAP. 3 - CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E CRITERI COMPOSITIVI DELLA PIATTAFORMA

3.1 PREMESSA

Conformemente a quanto previsto all'art.2 del "Codice della strada" (D. L.vo 285/92 e suoi aggiornamenti successivi) le strade sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi:

A - Autostrade (extraurbane ed urbane)
B - Strade extraurbane principali
C - Strade extraurbane secondarie
D - Strade urbane di scorrimento
E - Strade urbane di quartiere
F - Strade locali (extraurbane ed urbane)

3.2 INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE DI TRAFFICO

Sulla strada possono circolare, a norma del Codice, tre componenti di traffico: pedoni veicoli e animali.

I veicoli risultano classificati agli articoli 47 e 73 del Codice e sono riassunti nella tabella 3.2.a.

Le funzioni di traffico ammesse per la circolazione sulla sede stradale sono: movimento, sosta di emergenza, sosta, accesso privato diretto.

Il collegamento tra componenti e funzioni di traffico è illustrato nella tabella 3.2.b.

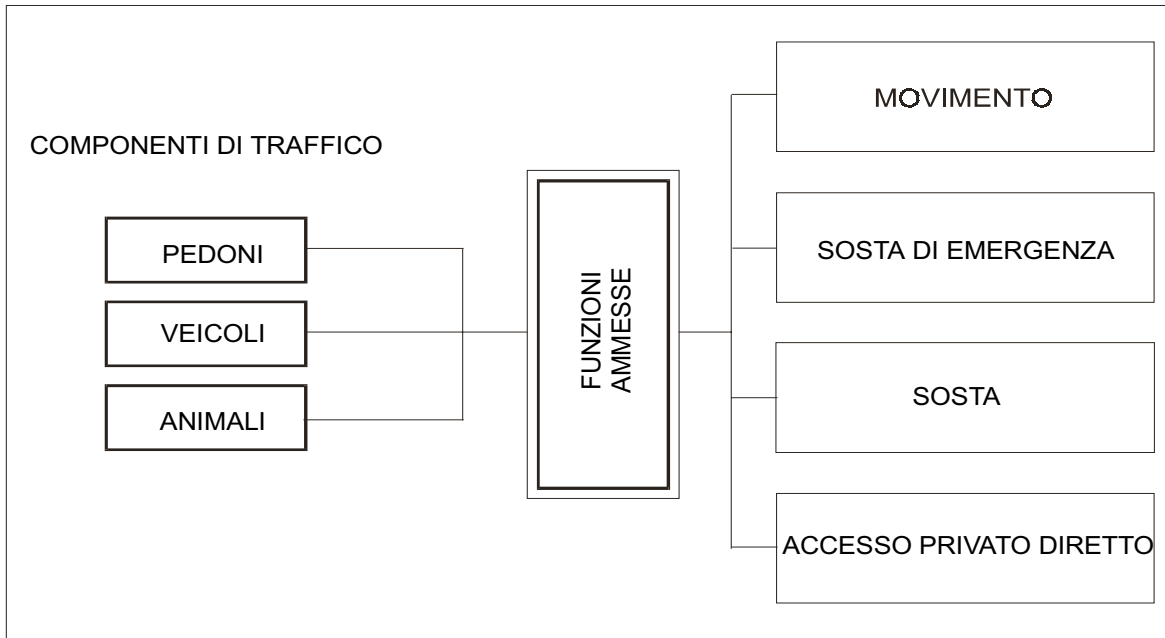
Ai fini di pervenire all'identificazione degli spazi stradali necessari alle diverse componenti di traffico, per assolvere le funzioni previste nel rispetto dei criteri di sicurezza e regolarità della circolazione esposti nel cap. 2, le componenti di traffico, le classi veicolari e le funzioni ammesse sono state raggruppate in quattordici categorie di traffico, omogenee per caratteristiche ed esigenze funzionali (tabella 3.2.c).

Ad ogni categoria corrisponde uno spazio stradale che, nella composizione finale della sezione corrente, potrà essere autonomo o comune a più categorie compatibili.

L'assegnazione delle categorie di traffico ai diversi tipi di strada di cui al paragrafo 3.1., anche tenendo conto delle condizioni dettate dalle norme del Codice, è illustrata nella tabella 3.2.d. In questa tabella è stata introdotta per certi tipi di strada l'ulteriore distinzione, ammessa dal Codice, tra strada principale e strada di servizio per poter consentire, sulla stessa piattaforma, funzioni di traffico per veicoli appartenenti a categorie non compatibili tra loro.

TAB. 3.2.a - CLASSIFICAZIONE DEI VEICOLI

a) veicoli a braccia	*a) spinti o trainati dall'uomo a piedi* *b) azionati dalla forza muscolare dello stesso conducente*
b) veicoli a trazione animale	*a) veicoli destinati principalmente al trasporto di persone* b) *veicoli destinati principalmente al trasporto di cose* c) *carri agricoli destinati a trasporti per uso esclusivo delle aziende agricole*
c) velocipedi	
d) slitte	
e) ciclomotori	
f) motoveicoli	*a) motocicli* *b) motocarrozzette* *c) motoveicoli per trasporto promiscuo* *d) motocarri* *e) mototrattori* *f) motoveicoli per trasporti specifici* *g) motoveicoli per uso speciale* *h) quadricicli a motore*
g) autoveicoli	*a) autovetture* *b) autobus* *c) autoveicoli per trasporto promiscuo* *d) autocarri* *e) trattori stradali* *f) autoveicoli per trasporti specifici* *g) autoveicoli per uso speciale* *h) autotreni* *i) autoarticolati* *l) autosnodati* *m) autocaravan* *n) mezzi d'opera*
h) filoveicoli	
i) rimorchi	*a) rimorchi per trasporto di persone* *b) rimorchi per trasporto di cose* *c) rimorchi per trasporti specifici* *d) rimorchi ad uso speciale* *e) caravan* *f) rimorchi per trasporto di attrezzature turistiche e sportive*
l) macchine agricole	*a) SEMOVENTI* *1) trattrici agricole* *2) macchine agricole operatrici a 2 o più assi* *3) macchine agricole operatrici ad un asse* *b) TRAINATE* *1) macchine agricole operatrici* *2) rimorchi agricoli*
m) macchine operatrici	*a) macchine impiegate per la costruzione e la manutenzione di opere civili o delle infrastrutture stradali o per il ripristino del traffico* *b) macchine sgombraneve, spartineve o ausiliarie quali spanditrici di sabbia e simili* *c) carrelli*
n) veicoli con caratteristiche atipiche	
o) veicoli su rotaia in sede promiscua	

TAB. 3.2.b - COMPONENTI DI TRAFFICO E FUNZIONI AMMESSE

TAB. 3.2.c – CATEGORIE DI TRAFFICO

1. PEDONI
2. ANIMALI
3. VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE
   - veicoli a braccia
   - veicoli a trazione animale
   - slitte
4. VELOCIPEDI
5. CICLOMOTORI
   - ciclomotori
   - motocicli (< 150 cc)
   - motocarrozzette (< 250 cc)
   - motoveicoli con massa a vuoto ≤ 400 kg
   - motoveicoli con massa tot. ≤ 1300 kg
6. AUTOVETTURE
   - motoveicoli con massa a vuoto > 400 kg
   - motoveicoli con massa tot. > 1300 kg
   - autovetture
   - autoveicoli ad uso promiscuo
7. AUTOBUS
   - autobus
   - autosnodati
   - filoveicoli
8. AUTOCARRI
   - autocarri
   - autocaravan
   - trattori stradali
9. AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI
   - autotreni
   - autoarticolati
   - caravan
   - mezzi d'opera
10. MACCHINE OPERATRICI
    - macchine agricole
    - macchine operatrici
11. VEICOLI SU ROTAIA IN SEDE PROMISCUA
12. SOSTA DI EMERGENZA
13. SOSTA
14. ACCESSO PRIVATO DIRETTO

TAB. 3.2.d - TIPI DI STRADE - CATEGORIE DI TRAFFICO AMMESSE

	TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO 1 PEDONI	2 ANIMALI	3 VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	4 VELOCIPEDI	5 CICLOMOTORI	6 AUTOVETTURE	7 AUTOBUS	8 AUTOCARRI	9 AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	10 MACCHINE OPERATRICI	11 VEICOLI SU ROTAIA	12 SOSTA DI EMERGENZA	13 SOSTA	14 ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□	si
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	✸	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	✸	□	si
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		□	□	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	✸	□	si
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	✸	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	✸	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	✸	□	si
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		○	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆✸	□	si
LOCALE	F	EXTRAURBANO		□	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆ (2)	◆	○	◆	□◆ (2)	□	□	si

○ **non ammessa in piattaforma (3)**
◆ **in carreggiata**
□ **esterno alla carreggiata (in piattaforma)**
✸ **parzialmente in carreggiata**

NOTE:

(1) vale se è presente una pista ciclabile.

(2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.

(3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

3.3 ELEMENTI COSTITUTIVI DELLO SPAZIO STRADALE

Ai fini delle presenti norme e tenuto conto dell'art. 3 del Codice, le denominazioni degli spazi stradali hanno i seguenti significati (figura 3.3.a):

BANCHINA: parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali: marciapiede, spartitraffico, arginello, ciglio interno della cunetta, ciglio superiore della scarpata nei rilevati.

Si distingue in:

"Banchina in destra", che ha funzione di franco laterale destro. E' di norma pavimentata ed è sostituita, in talune tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza:

"Banchina in sinistra", che è la parte pavimentata del margine interno.

CARREGGIATA: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli; essa è composta da una o più corsie di marcia; è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

CONFINE STRADALE: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea.

CORSIA: parte longitudinale della strada,normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a permettere il transito di una sola fila di veicoli. Si distingue in:

a) corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorpasso;

b) corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di una o solo di alcune categorie di veicoli;

c) corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;

d) corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso ed, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

STRADA DI SERVIZIO
STRADA PRINCIPALE
confine stradale
marciapiede
ev. dispositivo di ritenuta
banchina in destra
banchina in sinistra
spartitraffico
banchina in destra
pendenza trasversale
banchina in sinistra
spartitraffico
ASSE STRADALE
banchina in sinistra
ev. dispositivo di ritenuta
banchina in destra
o corsia di sosta di em.
confine stradale
fascia di rispetto
fascia di pertinenza
carreggiata
margine laterale
carreggiata
margine interno
carreggiata
fascia di pertinenza
fascia di rispetto
margine esterno
piattaforma
margine esterno
SEDE STRADALE
Definizione illustrativa degli elementi componenti lo spazio stradale

Fig. 3.3.a

DISPOSITIVO DI RITENUTA: Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurne le conseguenze dannose. E' contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

FASCIA DI PERTINENZA: striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. E' parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

FASCIA DI RISPETTO: striscia di terreno, esterna al confine stradale, sulla quale esistono vincoli alla realizzazione, da parte del proprietario del terreno, di scavi, costruzioni, recinzioni, piantagioni, depositi e simili. Per la larghezza vedere gli articoli 26, 27 e 28 del DPR 495/92.

FASCIA DI SOSTA LATERALE: parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.

MARCIAPIEDE: parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni.

MARGINE INTERNO: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.

MARGINE LATERALE: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.

MARGINE ESTERNO: parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti sostegni, ecc.).

PARCHEGGIO: area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata o non dei veicoli.

PIATTAFORMA: parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:

a) una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;

b) le banchine in destra e in sinistra;

c) i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);

d) le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).

Non rientra nella piattaforma il margine esterno.

TAB. 3.3.b - SPAZI DA ASSEGNARE IN PIATTAFORMA ALLE CATEGORIE DI TRAFFICO

	TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO 1 PEDONI	2 ANIMALI	3 VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	4 VELOCIPEDI	5 CICLOMOTORI	6 AUTOVETTURE	7 AUTOBUS	8 AUTOCARRI	9 AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	10 MACCHINE OPERATRICI	11 VEICOLI SU ROTAIA	12 SOSTA DI EMERGENZA	13 SOSTA	14 ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	**A**	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	◯	◯	◯	◯	◯	1	1	1	1	◯	◯	3	◯	◯
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	◯	1/5-3	4	8
		URBANO	STRADA PRINCIPALE	◯	◯	◯	◯	◯	1	1	1	1	◯	◯	3	◯	◯
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	6	5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5-3	4	8
EXTRAURBANA PRINCIPALE	**B**	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	◯	◯	◯	◯	◯	1	1	1	1	◯	◯	1/5	4	◯
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	◯	1/5	4	8
EXTRAURBANA SECONDARIA	**C**	EXTRAURBANO		5	1/5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	1-2	1/5	4	8
URBANA DI SCORRIMENTO	**D**	URBANO	STRADA PRINCIPALE	6	◯	◯	7	1	1	1	1	1	1	◯	1/5	◯	◯
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	6	1/5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
URBANA DI QUARTIERE	**E**	URBANO		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
LOCALE	**F**	EXTRAURBANO		5	1	1	1-7	1	1	1	1	1	1	◯	1/5	4	8
		URBANO		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	◯	1	1-2-4	1/5	4	8

1) CORSIA
2) CORSIA RISERVATA
3) CORSIA DI EMERGENZA
4) IN APPOSITI SPAZI
5) BANCHINA
6) MARCIAPIEDE
7) PISTA CICLABILE
8) PASSI CARRABILI
1/5 IN BANCHINA PER QUANTO POSSIBILE

◯ COMPONENTE DI TRAFFICO NON AMMESSA

SEDE STRADALE: superficie compresa entro i confini stradali.

SEDE TRANVIARIA: parte longitudinale della strada, opportunamente delimitata, riservata alla circolazione dei tram e dei veicoli assimilabili.

SPARTITRAFFICO: parte non carrabile del margine interno o laterale, destinata alla separazione fisica di correnti veicolari. Comprende anche lo spazio destinato al funzionamento (deformazione permanente) dei dispositivi di ritenuta.

STRADA DI SERVIZIO: strada affiancata ad una strada principale (tipo A, B e D), avente la funzione di consentire la sosta ed il raggruppamento degli accessi dalle proprietà laterali alla strada principale e viceversa, nonché il movimento e le manovre dei veicoli non ammessi sulla strada principale stessa.

STRADA EXTRAURBANA: strada esterna ai centri abitati.

STRADA URBANA: strada interna ad un centro abitato.

Gli spazi stradali associati alle diverse categorie di traffico, di cui alla tabella 3.2.c, sono individuati nella tabella 3.3.b, relativa alla piattaforma corrente.

3.4 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI TRAFFICO DELLE SEZIONI

Il progetto della sezione stradale consiste nell'organizzazione della piattaforma e dei suoi margini. Tale organizzazione risulta dalla composizione degli spazi stradali definiti, per ogni categoria di traffico, nel paragrafo 3.3. e concepiti come elementi modulari, anche ripetibili.

Il numero di elementi e la loro dimensione sono funzione rispettivamente della domanda di trasporto e del limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto.

Per ogni tipo di strada si possono pertanto avere diversi tipi di sezione, in relazione all'ambito territoriale e all'utenza prevista.

Le dimensioni della piattaforma stradale devono essere mantenute invariate lungo tutto il tracciato della strada, sia in sede naturale, sia in sede artificiale (galleria, sottopasso, ponte, viadotto ecc.)

La tabelle 3.4.a riporta, per ogni tipo di strada e per le eventuali strade di servizio associate, la composizione possibile della carreggiata, i limiti dell'intervallo di velocità di progetto, le dimensioni da assegnare ai singoli elementi modulari ed i flussi massimi smaltibili in relazione ai livelli di servizio indicati. Vengono altresì fornite alcune indicazioni sulla regolazione di funzioni di traffico specifiche.

Valgono al proposito le seguenti precisazioni.

3.4.1 Numero delle corsie per senso di marcia

Esso dipende dalla quantità e qualità dei movimenti richiesti. Il valore indicato non tiene conto di eventuali corsie riservate. Soluzioni con più di quattro corsie di marcia per ogni direzione, su unica carreggiata, richiedono l'adozione di specifici accorgimenti non trattati dal presente testo.

3.4.2 Larghezza delle corsie

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano; le dimensioni indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7,8,9,10 e 11 della tabella 3.2.c, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,50 m.

Le corsie riservate ai mezzi pubblici, o ad uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare vicino ai marciapiedi; sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

3.4.3 Larghezza del margine interno e del margine laterale

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due carreggiate, appartenenti alla strada principale (margine interno) o a una strada principale ed una di servizio (margine laterale).

3.4.4 Livello di servizio

Si intende per livello di servizio una misura della qualità della circolazione in corrispondenza di un flusso assegnato. Per qualità della circolazione si intendono gli oneri sopportati dagli utenti, i quali consistono prevalentemente nei costi monetari del viaggio, nel tempo speso, nello stress fisico e psicologico. La scelta del livello di servizio dipende dalle funzioni assegnate alla strada nell'ambito della rete e dall'ambito territoriale in cui essa viene a trovarsi.

3.4.5 Portata di servizio

La portata di servizio è il valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada in corrispondenza al livello di servizio assegnato. Esso dipende dalle caratteristiche della sezione trasversale e da quelle plano-altimetriche dell'asse[1].

3.4.6 Larghezza del marciapiede

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a metri 1,50. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la

[1]I valori sono desunti dall' "Highway Capacity Manual" edito dal TRB, 1994

segnaletica verticale, nonché, eventualmente per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada). In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, cabine telefoniche, cassonetti ecc.) la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà comunque essere non inferiore a metri 2,00.

3.4.7 Regolazione della sosta

Tale voce indica se la sosta è consentita, o meno, sulla piattaforma o in appositi spazi separati connessi opportunamente con la strada principale, con disposizione degli stalli in senso longitudinale o trasversale rispetto la via.

Gli stalli devono essere delimitati con segnaletica orizzontale; la profondità della fascia stradale da loro occupata è di 2,00 m. per la sosta in longitudinale, di 4,80 m. per la sosta inclinata a 45° e di 5,00 m. per quella perpendicolare al bordo della carreggiata. La larghezza del singolo stallo è di 2,00 m (eccezionalmente di 1,80 m.) per la sosta longitudinale, con una lunghezza occupata di 5,00 m.; è di 2,30 m. per la sosta trasversale.

Le eventuali corsie di manovra a servizio delle fasce di sosta devono avere una larghezza, misurata tra gli assi delle strisce che le delimitano, rispettivamente pari a 3,50 m per la sosta longitudinale e 6,00 m per la sosta perpendicolare al bordo della carreggiata, con valori intermedi per la sosta inclinata.

Le dimensioni indicate sono da intendersi come spazi minimi, liberi da qualsiasi ostacolo, occorrenti per la sicurezza delle manovre.

3.4.8 Regolazione dei mezzi pubblici

Vengono indicate le condizioni che regolano la possibilità di fermata dei mezzi pubblici e viene specificato in quali casi sia necessaria la presenza di una corsia riservata.

La fermata va comunque organizzata all'esterno della carreggiata.

3.5 STRADE LOCALI A DESTINAZIONE PARTICOLARE

Si fa presente che nell’ambito delle strade del tipo locale debbono considerarsi anche strade a destinazione particolare, per le quali le caratteristiche compositive fornite dalla tabella 3.4.a e caratterizzate dal parametro “velocità di progetto” non sono applicabili. Si tratta, in ambito extraurbano, di strade agricole, forestali, consortili e simili, nelle quali le dimensioni della piattaforma vanno riferite in particolare all’ingombro dei veicoli di cui è previsto il transito; in queste il progettista dovrà prevedere opportuni accorgimenti, sia costruttivi che di segnaletica, per il contenimento delle velocità praticate. In ambito urbano ricadono in queste considerazioni le strade residenziali, nelle quali prevale l’esigenza di adattare lo spazio stradale ai volumi costruiti ed alle necessità dei pedoni.

3.6. ESEMPI DI ORGANIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA STRADALE

Per esplicitare il significato delle indicazioni contenute nel paragrafo precedente e nelle tabelle 3.4.a, vengono rappresentati nelle figure 3.6.a - 3.6.i una serie di esempi di piattaforma stradale risultanti dalla composizione di alcuni degli elementi modulari già definiti. Gli elementi marginali e di arredo verranno rappresentati successivamente, al Cap. 4.

Le piattaforme rappresentate, sono quelle ritenute di più frequente applicazione, ma non le uniche che derivino dalle possibili combinazioni degli elementi modulari.

Per ogni tipo di strada viene proposta come soluzione base la configurazione minima prevista dal Codice; i successivi casi presentati riguardano piattaforme nelle quali sono stati aggiunti alcuni elementi modulari integrativi, la cui presenza o meno dovrà essere definita dal progettista in relazione all'ambito territoriale e all'utenza prevista.

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto	
						Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)
1	2	3		4	5	6	7
AUTOSTRADA	**A**	**EXTRAURBANO**	**strada principale**	130	**2 o più**	90	140
			eventuale strada di servizio	90	**1 o più**	40	100
		URBANO	**strada principale**	130	**2 o più**	80	140
			eventuale strada di servizio	50	**1 o più**	40	60
EXTRAURBANA PRINCIPALE	**B**	**EXTRAURBANO**	**strada principale**	110	**2 o più**	70	120
			eventuale strada di servizio	90	**1 o più**	40	100
EXTRAURBANA SECONDARIA	**C**	**EXTRAURBANO**	**C1**	90	**1**	60	100
			C2	90	**1**	60	100
URBANA DI SCORRIMENTO	**D**	**URBANO**	**strada principale**	70	**2 o più**	50	80
			eventuale strada di servizio	50	**1 o più**	25	60
URBANA DI QUARTIERE	**E**	**URBANO**		50	**1 o più**	40	60
LOCALE	**F**	**EXTRAURBANO**	**F1**	90	**1**	40	100
			F2	90	**1**	40	100
		URBANO		50	**1 o più**	25	60

C_1 - F_1 = strada extraurbana a traffico sostenuto

C_2 - F_2 = strada extraurbana a traffico limitato

TAB. 3.4.a - COMPOSIZIONE DELLA CARREGGIATA

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Larghezza della corsia di marcia (m)	Larghezza min, dello spartitraffico (m)	Larghezza min, della banchina in sinistra (m)	Larghezza min, della banchina in destra (m)	Larghezza della corsia di emergenza (m)
1	2	3		8	9	10	11	12
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	3,75	2,6	0,70	2,50 *****	3,00
			eventutale strada di servizio	3,50 **	-	0,50	1,25	-
		URBANO	strada principale	3,75	1,8	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio	3,00 * **	-	0,50	0,50	-
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	3,75	2,50 ***	0,50	1,75	-
			eventuale strada di servizio	3,50 **	2,00 ****	0,50	1,25	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	3,75	-	-	1,50	-
			C2	3,50	-	-	1,25	-
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	3,25*	1,8	0,50	1,00	-
			eventuale strada di servizio	2,75 **	-	0,50	0,50	-
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		3,00 * **	-	-	0,50	-
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	3,50	-	-	1,00	-
			F2	3,25	-	-	1,00	-
		URBANO		2,75 **	-	-	0,50	-

* m 3,50 per una corsia per senso di marcia, se strada percorsa da autobus.
** nel caso di una strada a senso unico con una sola corsia, la larghezza complessiva della corsia più le banchine deve essere non inferiore a 5,50 m, incrementando la corsia sino ad un massimo di m 3,75 e riportando la differenza sulla banchina in destra.
*** per spartitraffico che ricade nel margine interno
**** per spartitraffico che ricade nel margine laterale
***** in assenza di corsia di emergenza

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Larghezza min, del margine interno (m)	Larghezza min, del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv./ora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)
1	2	3		13	14	15	16	17
AUTOSTRADA	**A**	**EXTRAURBANO**	**strada principale**	4,0 (a)	6,1 (b)	B (2 o più corsie)	1100	-
			evenutale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1350	-
		URBANO	**strada principale**	3,2 (a)	5,3 (b)	C (2 o più corsie)	1550	-
			eventuale strada di servizio	-	-	D (1 corsia) D (2 o più corsie)	1150 (d) 1650	1,50
EXTRAURBANA PRINCIPALE	**B**	**EXTRAURBANO**	**strada principale**	3,5(a)	4,25(b)	B (2 o più corsie)	1000	-
			eventuale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1200	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	**C**	**EXTRAURBANO**	**C1**	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e) -	-
			C2	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e) -	-
URBANA DI SCORRIMENTO	**D**	**URBANO**	**strada principale**	2,8 (a)	3,30(b)	CAPACITA' (c)	950	1,50
			eventuale strada di servizio	-	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
URBANA DI QUARTIERE	**E**	**URBANO**		0,50 (segnaletica orizz.)	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
LOCALE	**F**	**EXTRAURBANO**	**F1**	-	-	C (1 corsia)	- 450 (e) -	-
			F2	-	-	C (1 corsia)	- 450 (e) -	-
		URBANO		-	-	CAPACITA' (c)	800	1,50

(a) colonne 9 + (10x2).
(b) colonne 9 + 10 della strada di servizio + 11 o 12.
(c) in questo caso il livello di servizio non dipende solo dagli elementi geometrici, ma anche dalla regolazione delle intersezioni (ad es, durata di un ciclo semaforico, tempo di verde).
(d) nell'ipotesi di flusso 100% in una direzione e percentuale di visibilità per il sorpasso 0%.
(e) nell'ipotesi di flussi bilanciati nei due sensi (percentuale di visibilità per il sorpasso 100%).

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Regolazione della sosta	Regolazione dei mezzi pubblici	Regolazione del traffico pedonale	Accessi
1	2	3		18	19	20	21
AUTOSTRADA	**A**	**EXTRAURBANO**	**strada principale**	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventutale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
		URBANO	**strada principale**	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi protetti	Ammessi
EXTRAURBANA PRINCIPALE	**B**	**EXTRAURBANO**	**strada principale**	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate o in piazzole di sosta	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite apposite	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
EXTRAURBANA SECONDARIA	**C**	**EXTRAURBANO**	**C1**	Ammessa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			C2				
URBANA DI SCORRIMENTO	**D**	**URBANO**	**strada principale**	Ammessa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Corsia riservata e/o fermate organizzate	Su marciapiedi protetti	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata	Su marciapiedi	Ammessi
URBANA DI QUARTIERE	**E**	**URBANO**		Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi	Ammessi
LOCALE	**F**	**EXTRAURBANO**	**F1**	Ammessa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			F2				
		URBANO		Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzola di fermata	Su marciapiedi	Ammessi

CATEGORIA A AUTOSTRADE
AMBITO EXTRAURBANO
Principale
Vp min. 90
Vp max. 140
Servizio
Vp min. 40
Vp max. 100
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
70 260 70
300 375 375 400 375 375 300
2500
Soluzione a 3+3 corsie di marcia
ASSE STRADALE
70 260 70
300 375 375 375 400 375 375 375 300
3250
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con
strade di servizio a 1 o 2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
50 260 300 70 260 70 300 260 50
125 375 610 375 375 400 375 375 610 350 350 125
2060 2385

Fig. 3.6.a

CATEGORIA A AUTOSTRADE
AMBITO URBANO
Principale
Vp min. 80
Vp max. 140
Servizio
Vp min. 40
Vp max. 60
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
70 180 70
300 375 375 320 375 375 300
2420
Soluzione a 3+3 corsie di marcia
ASSE STRADALE
70 180 70
300 375 375 375 320 375 375 375 300
3170
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con
strade di servizio a 1 o 2 corsie di marcia
di cui 1 percorsa da autobus
ASSE STRADALE
50 180 300 70 180 70 300 180 50
BUS
150 125 375 530 375 375 320 375 375 530 300 350 50 150
2090 2290

Fig. 3.6.b

CATEGORIA B EXTRAURBANE PRINCIPALI
Principale
Vp min. 70
Vp max. 120
Servizio
Vp min. 40
Vp max. 100
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
50 250 50
175 375 375 350 375 375 175
2200
Soluzione a 3+3 corsie di marcia
ASSE STRADALE
50 250 50
175 375 375 375 350 375 375 375 175
2950
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con
strade di servizio a 1 o 2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
50 200 175
50 250 50
175 200 50
125 350 350 425 375 375 350 375 375 425 375 125
2175
1850

Fig. 3.6.c

CATEGORIA C EXTRAURBANE SECONDARIE
Principale
Vp min. 60
Vp max. 100
Soluzione base 2 corsie di marcia
C1
ASSE STRADALE
150 375 375 150
1050
C2
ASSE STRADALE
125 350 350 125
950

Fig. 3.6.d

CATEGORIA D URBANE DI SCORRIMENTO
Principale
Vp min. 50
Vp max. 80
Servizio
Vp min. 25
Vp max. 60
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
50 180 50
150 100 325 325 280 325 325 100 150
2080
Soluzione a 3+3 corsie di marcia
ASSE STRADALE
50 180 50
150 100 325 325 325 280 325 325 325 100 150
2730

Fig. 3.6.e

CATEGORIA D URBANE DI SCORRIMENTO
Principale
Vp min. 50
Vp max. 80
Servizio
Vp min. 25
Vp max. 60
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia
con corsia percorsa da autobus
ASSE STRADALE
BUS
50 180 50
BUS
150 100 350 325 325 280 325 325 350 100 150
2780
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con
strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia
di cui 1 percorsa da autobus
ASSE STRADALE
50 180 100
50 180 50
100 180 50
BUS
150 125 375 330 325 325 280 325 325 330 275 350 50 150
1770
1945

Fig. 3.6.f

CATEGORIA E URBANE DI QUARTIERE
Principale
Vp min. 40
Vp max. 60
Soluzione base a 1+1 corsie di marcia
ASSE STRADALE
150 50 300 300 50 150
1000
Soluzione a 2+2 corsie di marcia
con fascia di sosta laterale
ASSE STRADALE
corsia di manovra
sosta a 90°
150 50 300 300 50 300 300 600 500 150
2700
Soluzione a 2+2 corsie di marcia
di cui 1+1 percorsa da autobus
ASSE STRADALE
BUS
BUS
150 50 350 300 50 300 350 50 150
1750

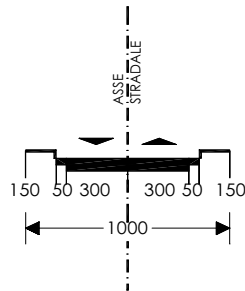
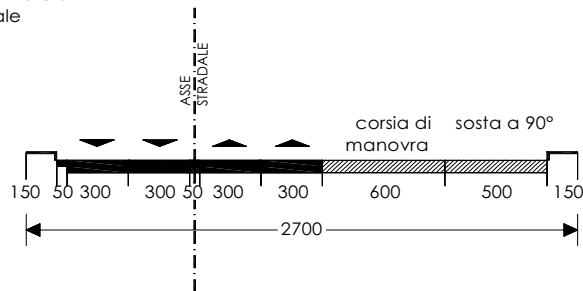
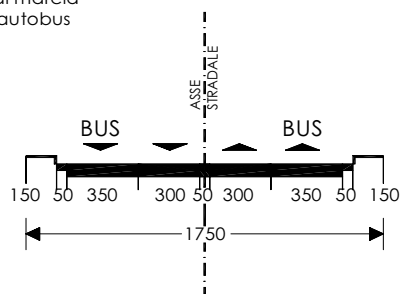



Fig. 3.6.g

CATEGORIA F LOCALI

AMBITO EXTRAURBANO

Principale
Vp min. 40
Vp max. 100

Soluzione base a 2 corsie di marcia

F1

F2

Fig. 3.6.h

CATEGORIA F LOCALI
AMBITO URBANO
Principale
Vp min. 25
Vp max. 60
Soluzione base a 2 corsie di marcia
ASSE STRADALE
150 50 275 275 50 150
950
Soluzione a 2 corsie di marcia
con due file di stalli
sosta parallela
ASSE STRADALE
sosta parallela
150 200 275 275 200 150
1250

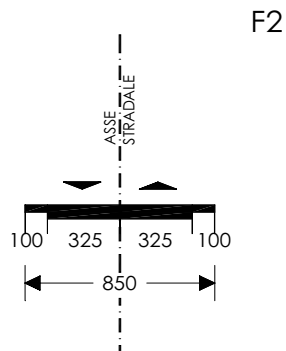
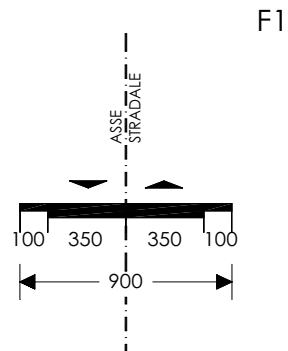
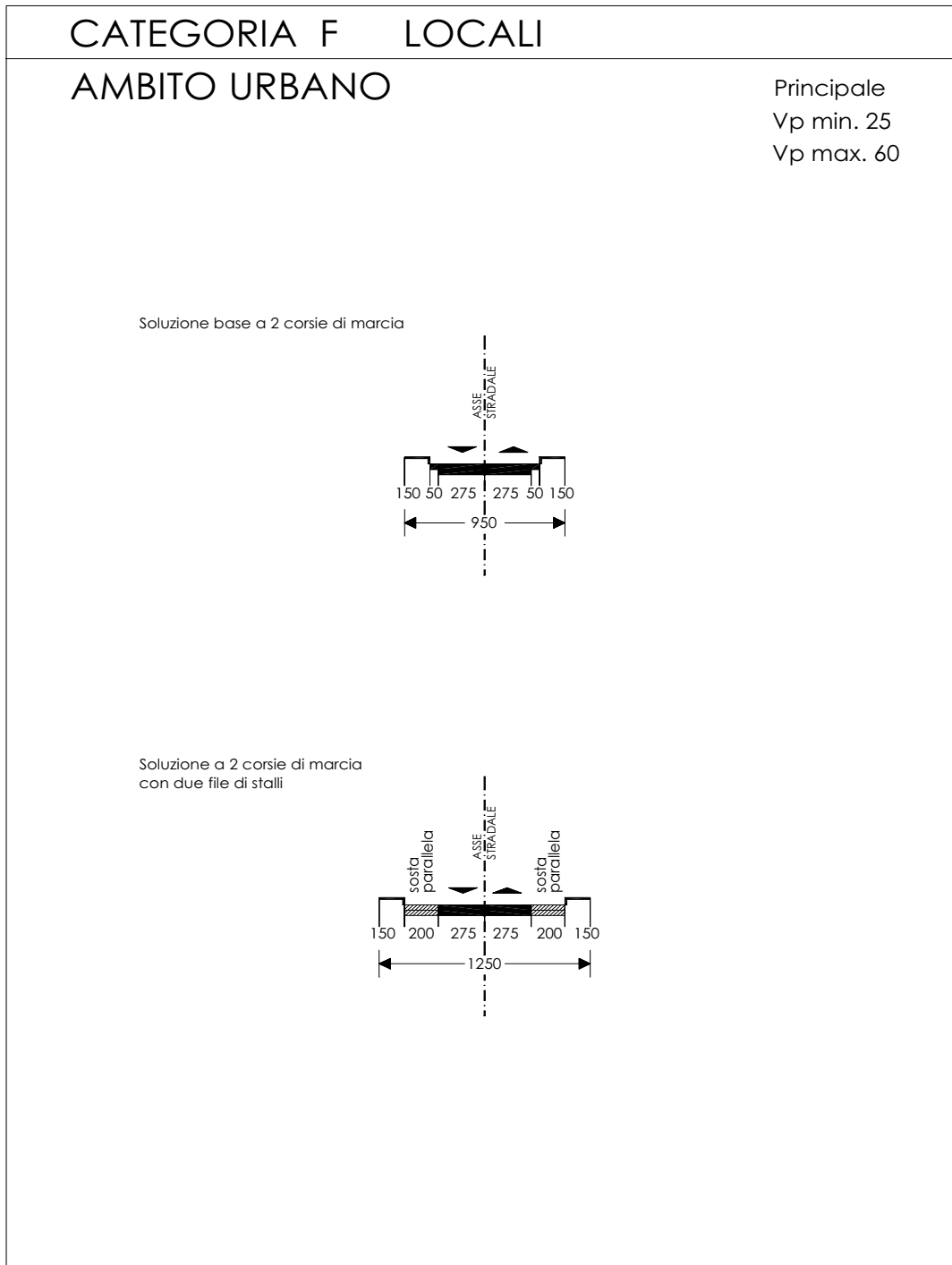



Fig. 3.6.i

CAP. 4 - ORGANIZZAZIONE DELLA SEDE STRADALE

4.1 SEZIONE STRADALE IN SEDE ARTIFICIALE.

4.1.1 Opere di scavalcamento e sottopassi

Sulle opere di scavalcamento (ponti, viadotti, sovrappassi) devono essere mantenute invariate le dimensioni degli elementi componenti la piattaforma stradale, relative al tipo di strada di cui fanno parte dette opere. A margine della piattaforma delle strade extraurbane e delle autostrade urbane devono essere predisposti dispositivi di ritenuta (vedi par. 4.3.7) e/o parapetti di altezza non inferiore a m. 1,00 (Fig. 4.1.1.a), (vedi D.M. 4/5/90 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali", par. 3.11). Inoltre deve essere valutata l'opportunità di predisporre una adeguata protezione del traffico sottostante, sia esso stradale o ferroviario, con l'adozione di reti di conveniente altezza.

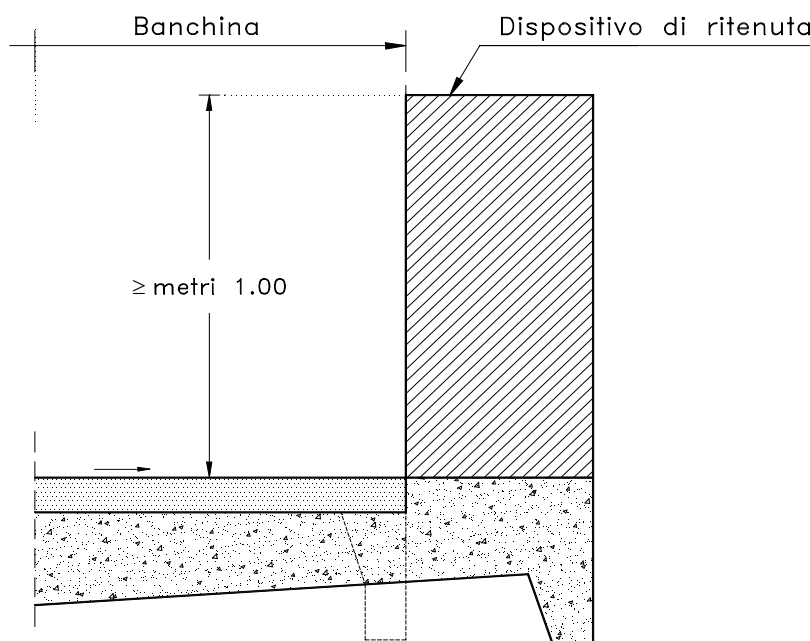



Fig. 4.1.1.a

Qualora si tratti di strade urbane di tipo D, occorre introdurre sul lato destro di ciascuna carreggiata e al di là della banchina un marciapiede, di larghezza adeguata ma non minore di metri 1,50, delimitato verso la banchina da un ciglio sagomato e protetto da dispositivo di ritenuta invalicabile (Fig. 4.1.1.b). Il ciglio in figura può essere eliminato qualora si adottino barriere continue in calcestruzzo.

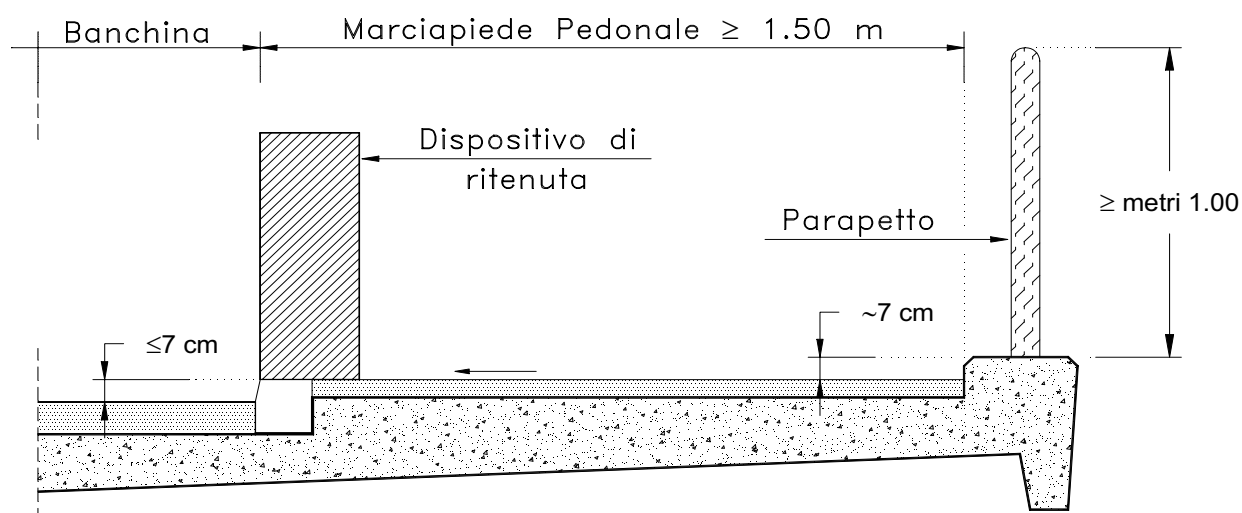



Fig. 4.1.1.b

Nelle strade tipo E ed F in ambito urbano e nelle strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento, il marciapiede sarà delimitato verso la banchina da un ciglio non sormontabile sagomato (cordolo se marciapiede a raso), di altezza non superiore a 15 cm e con parapetto o barriera parapetto al limite esterno (Fig. 4.1.1.c).

Nel caso di carreggiate separate o indipendenti, il marciapiede deve essere disposto solo sul lato destro.

Soluzioni analoghe a quelle sopra descritte devono essere adottate in caso di corpi stradali in rilevato, delimitati da opere di sostegno a tutta altezza.

Nella progettazione di un'opera di sovra/sottopasso,la piattaforma della strada sottostante deve mantenere immutate le proprie dimensioni e composizione. Le strutture di sostegno dell'opera di scavalcamento dovranno essere previste al di fuori della piattaforma e comunque a distanza non inferiore a quella compatibile con il corretto funzionamento dei dispositivi di ritenuta (Fig. 4.1.1.d).

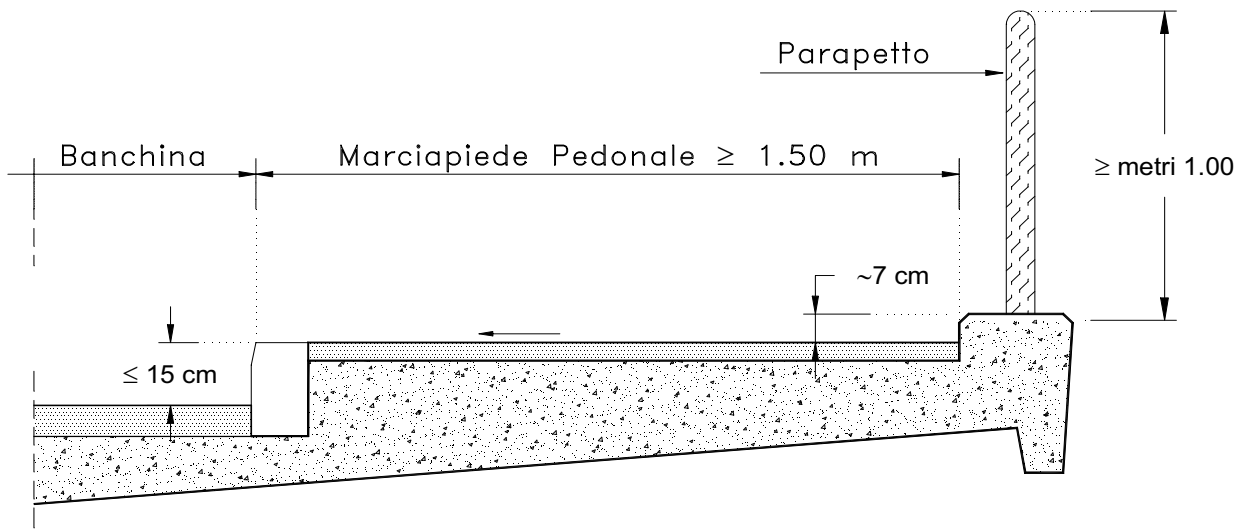



Fig. 4.1.1.c

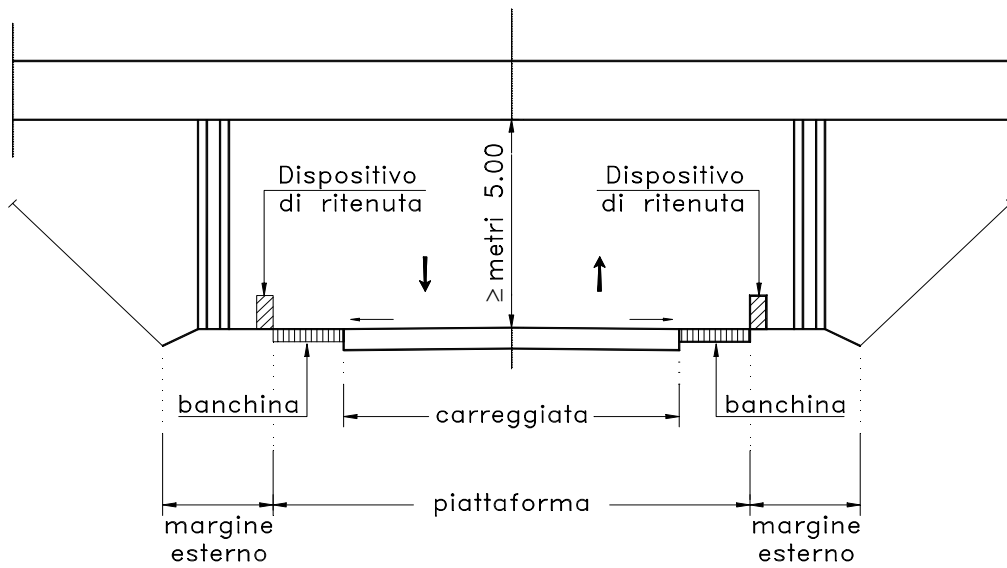



Fig. 4.1.1.d

Se la strada sottostante è di tipo D, E e F in ambito urbano, oppure è una delle strade di servizio già citate, occorrerà prevedere un marciapiede in analogia con le tipologie delle figure 4.1.1.b e 4.1.1.c.

Per tutti i tipi di strada, qualora l'opera in sottopasso abbia una lunghezza superiore ai metri 20, la piattaforma e gli elementi marginali saranno previsti in analogia al caso delle gallerie (Cap. 4.1.2).

Solo allorché la strada sottostante sia a carreggiate separate ed abbia un margine interno compatibile con il funzionamento dei dispositivi di ritenuta, può prevedersi un sostegno centrale dell'opera di scavalcamento (Fig. 4.1.1.e).

In tutti i casi per le strutture di sostegno deve essere verificato quanto disposto dal D.M. 4.5.90, già citato, e dal D.M. 18.2.92 n° 223 e succ. int. e mod.

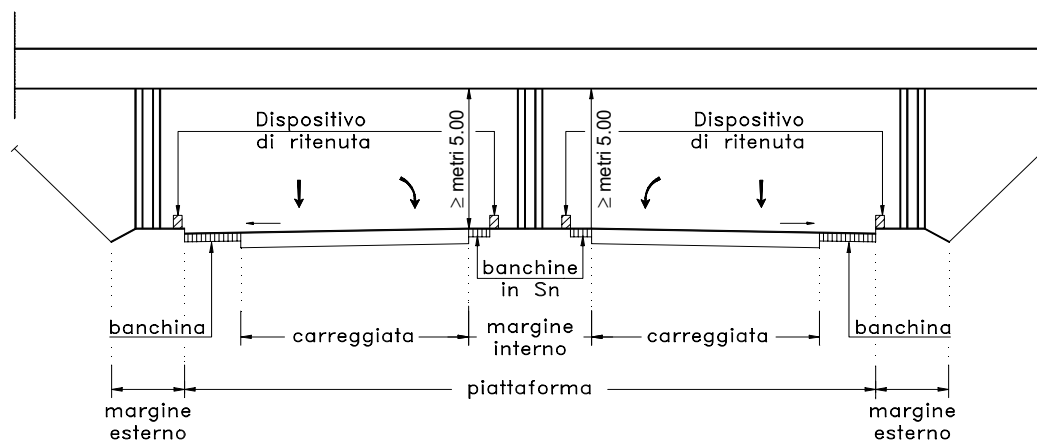



Fig. 4.1.1.e

Le strutture orizzontali devono dar luogo ad una altezza libera, misurata sulla verticale a partire da qualsiasi punto della carreggiata stradale sottostante, non inferiore a 5,00 metri. Nei casi previsti al par. 2.2 del D.M. 4.5.90 si potrà derogare dalla misura suddetta, adottando contemporaneamente opportuni dispositivi segnaletici di sicurezza (ad es. controsagome), posti a conveniente distanza dall'opera.

4.1.2 Gallerie

Per le strade a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico (tipo A, B e D) devono prevedersi gallerie a doppio foro.

Per il tipo A le carreggiate e le banchine in sinistra nonché le corsie di emergenza o banchine in destra, saranno mantenute di dimensioni invariate rispetto l’esterno.

Sul lato destro la corsia di emergenza sarà delimitata da un profilo ridirettivo addossato al piedritto. Analogo provvedimento deve venir adottato a margine della banchina in sinistra.(Fig. 4.1.2.a).

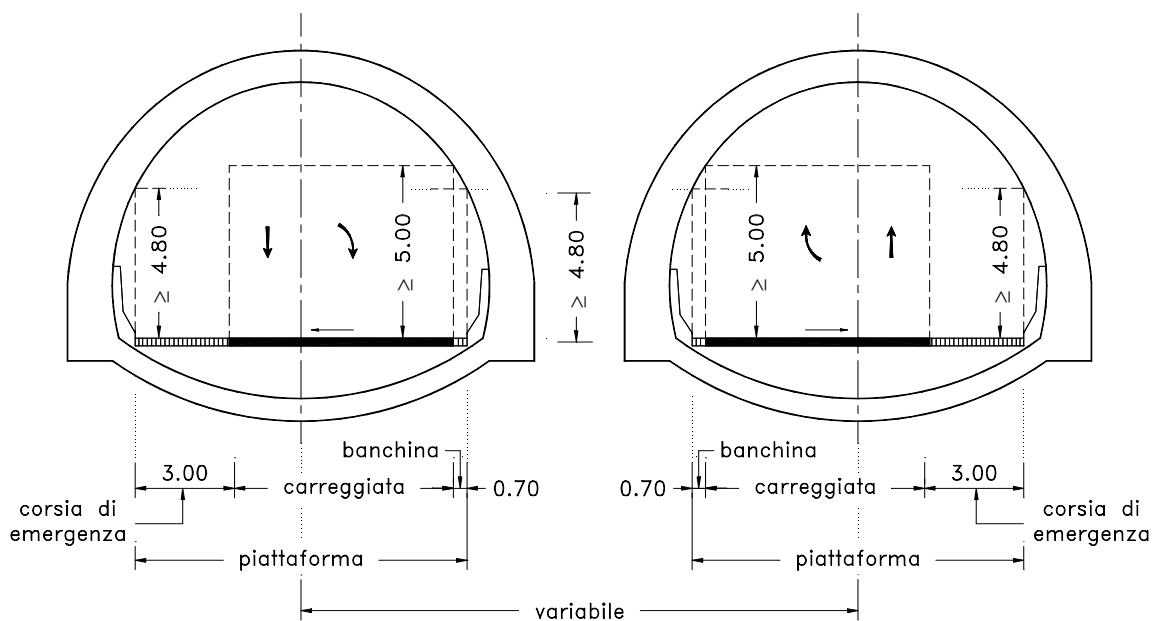



Fig. 4.1.2.a

Per il tipo B le carreggiate, le banchine in destra ed in sinistra conservano le dimensioni dell'esterno. Gli elementi di margine si modificano come nella Fig. 4.1.2.b.

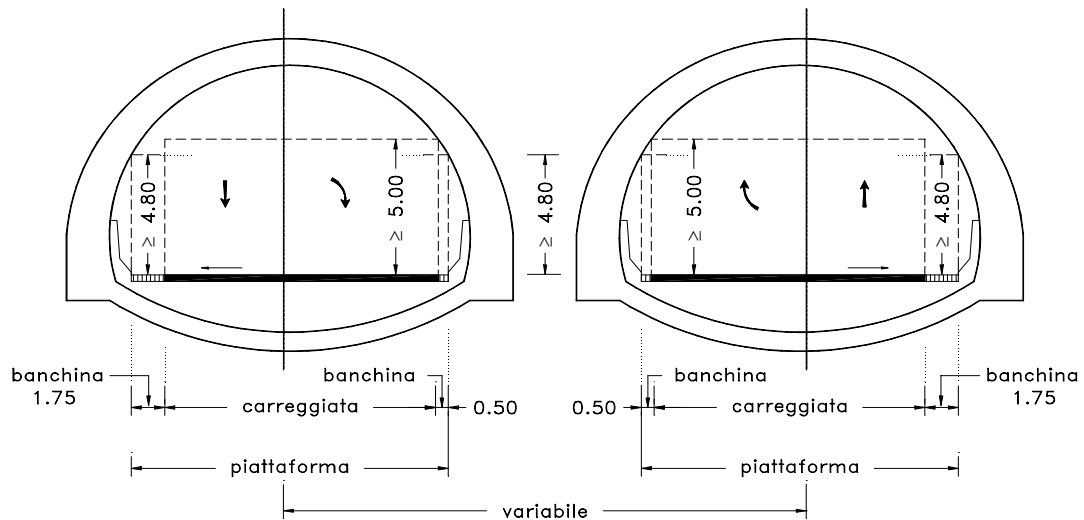



Fig. 4.1.2.b

Per il tipo D dovrà essere previsto su ciascuna delle due carreggiate ed affiancato alla banchina in destra un marciapiede, di larghezza adeguata ma non minore di metri 1,50, protetto da dispositivo di ritenuta invalicabile (Fig. 4.1.2.c).

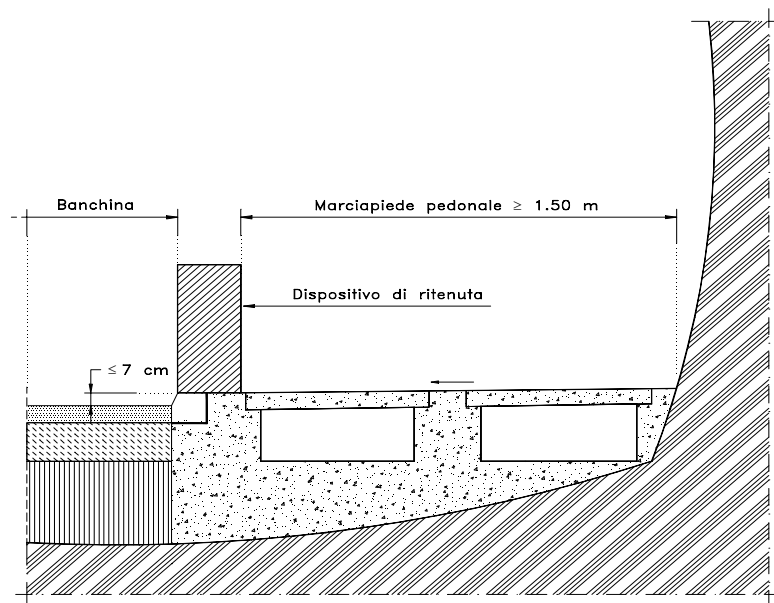



Fig. 4.1.2.c

Il ciglio in figura può essere eliminato qualora si adottino barriere continue in calcestruzzo. La banchina ed il margine in sinistra si realizzano come per il tipo B.

Per le strade a carreggiata unica bidirezionale (tipo C e F in ambito extraurbano) l'organizzazione della piattaforma è riportata in Fig. 4.1.2.d.

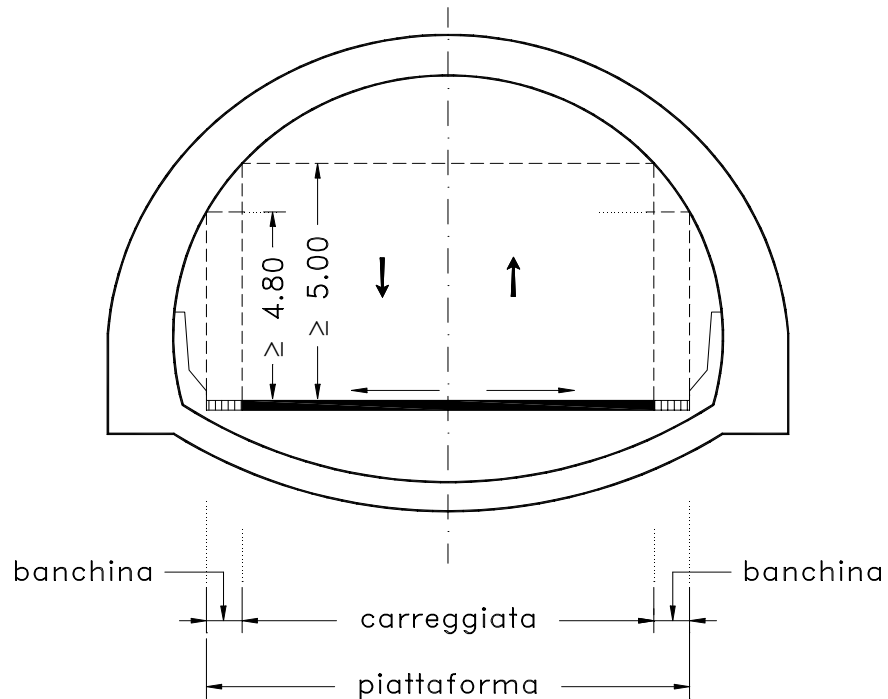



Fig. 4.1.2.d

Per le strade tipo E e F in ambito urbano e nelle strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento, dovranno essere previsti, affiancati alle banchine (che conservano la dimensione di cui all'esterno), marciapiedi rialzati di larghezza adeguata ma non minore di metri 1,50, delimitati verso le banchine da un ciglio sagomato (cordolo se marciapiede a raso), di altezza non superiore a 15 cm, senza dispositivi di ritenuta invalicabili (Fig. 4.1.2.e)

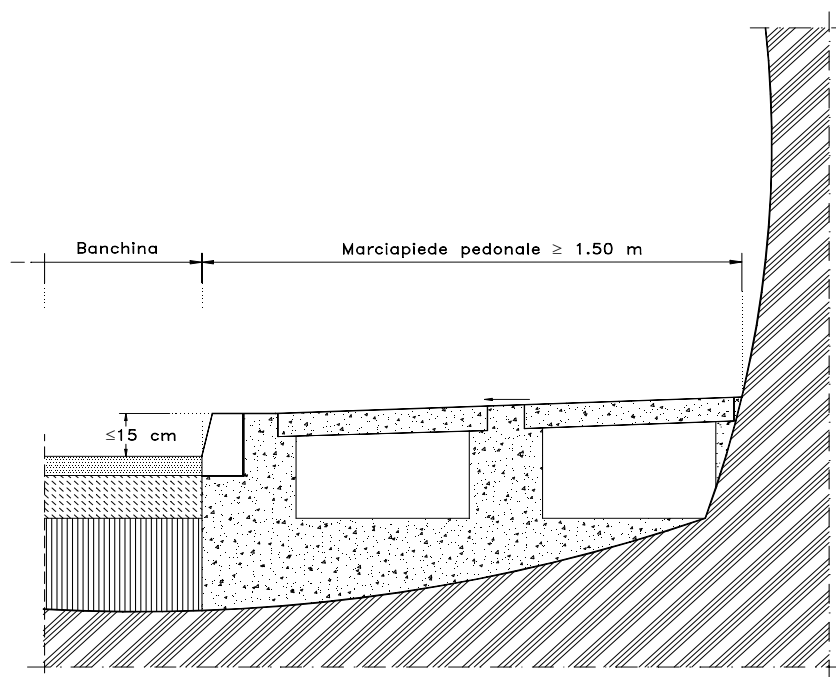



Fig. 4.1.2.e

In tutti i casi l'altezza libera nella galleria, misurata sulla verticale a partire da qualsiasi punto della piattaforma, non deve essere inferiore a metri 4.80. Nel caso di controsoffitto o di intradosso piano (galleria in artificiale) o di presenza di apparecchi sospesi, il franco libero in corrispondenza alla carreggiata non deve essere inferiore a metri 5,00. Ciò, salvo il caso di strade a traffico selezionato con altezza di sagoma limite ridotta.

Gli schemi di sezione illustrati nelle figure individuano lo spazio minimo necessario in corrispondenza della piattaforma; il progettista dovrà adeguare la sagoma in relazione alle esigenze connesse alla dislocazione di elementi marginali necessari (segnaletica stradale, marciapiedi di servizio protetti, canalizzazioni, ecc.).

Le dimensioni delle banchine laterali in destra ed in sinistra, richiamate nel presente paragrafo per i diversi tipi di strada, si intendono come valori minimi, eventualmente da incrementare qualora le verifiche di visibilità di cui al paragrafo 5.1 ne dimostrino la necessità. Le superfici aggiuntive rispetto i valori minimi devono essere trattate per scoraggiarne l'utilizzo da parte degli utenti.

Per gallerie di lunghezza superiore a 1000 m devono essere previste piazzole di dimensioni minime 45 x 3 m con interdistanza di 600 m per ogni senso di marcia; nel caso di galleria a doppio senso di marcia le piazzole sui due lati devono essere sfalsate.

Per gallerie a doppio fornice devono essere previsti collegamenti pedonali ogni 300 m e collegamenti per il passaggio di veicoli di soccorso o di servizio ogni 900 m.

Sono rinviati ad apposita normativa specifica tutti gli apprestamenti ulteriori di sicurezza attiva e passiva (illuminazione, ventilazione, sorveglianza, impianto antincendio, uscite di emergenza, cavedi di servizio, ecc.).

4.2. CORSIE SUPPLEMENTARI PER VEICOLI LENTI.

Sulle livellette di forte pendenza, soprattutto per quelle di notevole lunghezza, dovrà valutarsi l'opportunità di allargare la sezione trasversale della strada, realizzando una corsia supplementare destinata ai veicoli lenti.

L'introduzione di questa corsia dovrà, in ogni caso, essere giustificata in base ad uno studio che tenga conto:

- del rallentamento subito dai veicoli pesanti sulle rampe, da considerarsi intollerabile se la velocità di detti veicoli si riduce a meno del 50% di quella delle autovetture sulle stesse rampe. Per la valutazione delle suddette velocità, vanno seguiti i criteri esposti al punto 5.4 (diagramma delle velocità), con l'avvertenza che per quanto riguarda le autovetture le velocità si riducono convenzionalmente sulle pendenze uguali o superiori al 6% come nella tabella seguente,

i (%)	± 6	± 7	± 8	± 9	± 10
v_p (km/h)	95	85	80	75	70

  mentre per quanto riguarda i veicoli pesanti le velocità sulle rampe vanno determinate in base ai diagrammi di prestazione (vedi il manuale H.C.M.);

- del decadimento della qualità della circolazione e delle condizioni di sicurezza in rapporto alla percentuale di veicoli pesanti ed al volume di traffico previsto (manuale H.C.M.).

La corsia supplementare per i veicoli lenti deve avere una larghezza pari a 3,50 m ed essere fiancheggiata da una banchina pavimentata di larghezza minima pari a 1,25 m, nonché dagli elementi marginali e di arredo previsti per l'organizzazione della sede stradale nella sezione corrente. Tale banchina non può in alcun caso sostituire la corsia di emergenza, qualora prevista dal tipo di strada considerata.

Lo sviluppo della corsia supplementare è articolato in tre tratti:

1. il tronco di manovra per il cambiamento di corsia, di lunghezza non inferiore a 40 m, tale da consentire ai veicoli lenti l'uscita dalla corsia di marcia normale; (Fig. 4.2.a);

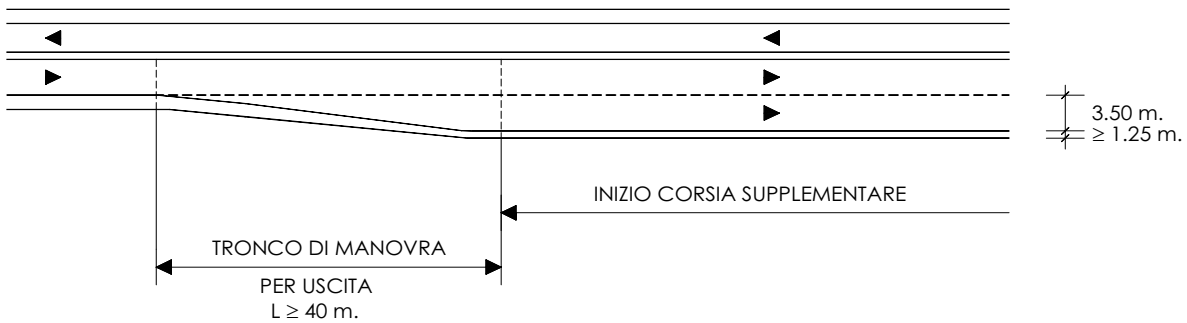



Fig. 4.2.a

2. la corsia supplementare propriamente detta, la cui lunghezza, determinata in relazione alle esigenze anzidette, va incrementata per consentire al veicolo pesante di raggiungere già prima del raccordo di rientro non meno del 60% della velocità delle autovetture sulla stessa rampa;
3. il tronco di raccordo per il rientro dei veicoli lenti nella corsia di marcia normale, di lunghezza non inferiore a 80 m (Fig. 4.2.b)

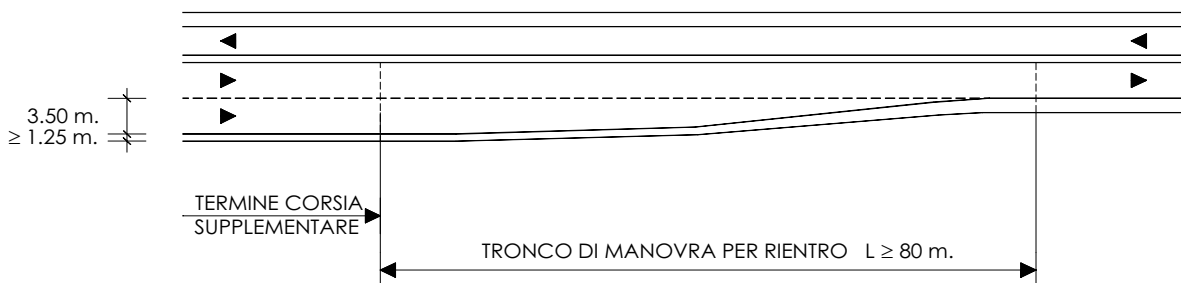



Fig. 4.2.b

Infine, fra le corsie supplementari disposte nello stesso senso di marcia dovrà aversi un distanziamento non inferiore a 600 m; laddove il tronco intermedio dovesse risultare di lunghezza inferiore, dovrà essere realizzata un'unica corsia supplementare continua.

4.3 ELEMENTI MARGINALI E DI ARREDO DELLA SEDE STRADALE.

4.3.1 Margine interno.

Parte della piattaforma che separa corsie percorse in senso opposto.

Nel caso di strade con carreggiate separate distanziate non più di 12 m, all'interno del margine devono essere collocati dispositivi di ritenuta invalicabili.

Le banchine in sinistra, oltre il limite interno della carreggiata, devono essere pavimentate, avere la medesima pendenza della carreggiata stessa e le larghezze indicate nella tabella 3.4.a del capitolo 3.

La zona compresa fra le due banchine suddette (spartitraffico) deve essere mantenuta a verde nel caso di margine di larghezza ≥ 4,00 m; potrà essere mantenuta a verde pure nel caso di margini di larghezza inferiore.

Lo spartitraffico (parte non carrabile del margine) deve essere interrotto, in linea di massima ogni due chilometri , da una zona pavimentata atta a consentire lo scambio di carreggiata. (varco).

Analoghi varchi nello spartitraffico devono essere previsti in prossimità degli imbocchi delle gallerie, delle testate di viadotti e ponti di notevole lunghezza.

In corrispondenza dei varchi non deve interrompersi la continuità dei dispositivi di ritenuta, da realizzarsi anche di classe inferiore rispetto a quella corrente (vedi D.M. n° 223 del 18/02/1992 e succ. int. e mod.), in modo tale da essere facilmente rimossi in caso di necessità.

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque lo spartitraffico nei tratti in curva deve assumere un'opportuna conformazione ed essere dotato di appositi apprestamenti.

Nella sistemazione sullo spartitraffico delle siepi anabbaglianti e dei dispositivi di ritenuta, occorre verificare che essi, nelle curve sinistrorse, non costituiscano ostacolo alla visibilità lungo la corsia più interna.

4.3.2 Margine laterale

Parte della piattaforma che separa la carreggiata principale da quella di servizio. Ha le caratteristiche di cui al paragrafo 4.3.1.

4.3.3 Margine esterno

Parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, ecc.)

4.3.4 Cigli e cunette.

Le banchine devono essere raccordate con gli elementi marginali contigui dello spazio stradale (scarpate, cunette, marciapiedi ecc.) mediante elementi di raccordo che possono essere costituiti, a seconda delle situazioni, da arginelli, o fasce di raccordo (cigli), destinati ad accogliere eventuali dispositivi di ritenuta o elementi di arredo. In taluni casi detti elementi di raccordo possono anche mancare. Le dimensioni di tali elementi sono precisate nelle Figg. 4.3.4.a/b/c/d.

L'arginello dovrà avere una altezza rispetto la banchina di 5 ÷ 10 cm; sarà raccordato alla scarpata mediante un arco le cui tangenti siano di lunghezza non inferiore a 0.50 m.

Nella sezione in trincea, la fascia di raccordo fra banchina e cunetta va opportunamente trattata in modo da assicurarne l'impermeabilità ed evitarne l'erosione; se pavimentata, la sua pendenza trasversale potrà essere uguale a quella della banchina. Ove per la cunetta sia adottata la conformazione del tipo di cui alla figura 4.3.4.b (non necessitante di dispositivo di ritenuta), tale elemento di raccordo scompare e la cunetta può essere accostata direttamente alla banchina.

Nel caso in cui la sede stradale risulti sostenuta da un muro, l'elemento marginale sarà progettato in analogia con quanto previsto per la sezione stradale su opere di scavalcamento.

La sezione delle cunette deve comunque essere dimensionata in base ad un calcolo idraulico.

4.3.5 Marciapiedi.

Oltre quanto indicato al par. 3.4.6, va precisato che per le strade urbane di classe D-E-F, la larghezza dei marciapiedi va comunque determinata in base ai flussi pedonali previsti.

Per strade con velocità di progetto (limite superiore) maggiore di 70 km/h, il marciapiedi va protetto da dispositivi di ritenuta, sistemati come in Fig. 4.1.1.b. e 4.1.2.c. Qualora la velocità prevista sia inferiore al valore sopra indicato, la protezione potrà essere omessa, ma in questo caso il marciapiedi dovrà essere delimitato da un ciglio sagomato, come in Fig. 4.1.1.c. e 4.1.2.e. L'ente proprietario della strada valuterà l'opportunità, in relazione alle condizioni viarie e ambientali locali, di dotare il ciglio del marciapiede di idonee protezioni per la salvaguardia dei pedoni e per impedire il sormonto dei veicoli.

Tutti i marciapiedi ed i passaggi pedonali che si affacciano su carreggiate sottostanti devono essere muniti di rete di protezione alta almeno 2,00 m.

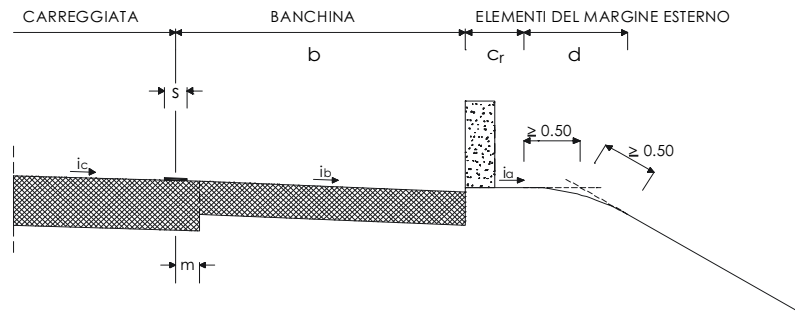



Fig. 4.3.4.a

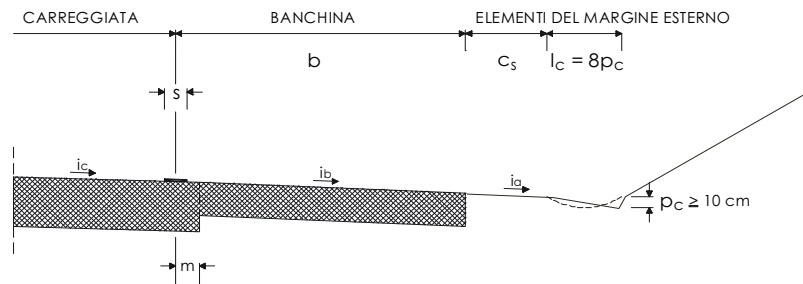



Fig. 4.3.4.b

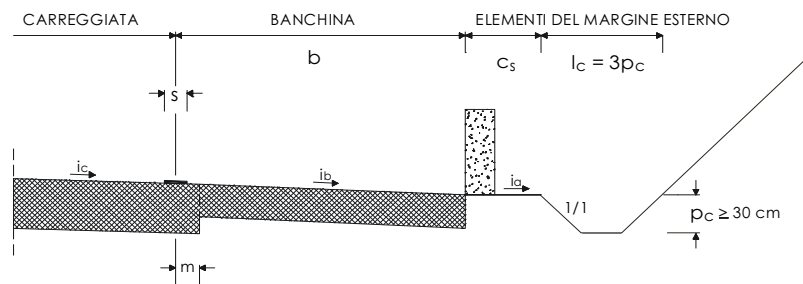



Fig. 4.3.4.c

ELEMENTO	DENOMINAZIONE	STRADA	DIMENSIONE
s	striscia di delimitazione	A - B C- D - E F	0,25 m 0,15 m 0,12 m
m	bordo carreggiata	tutte	≥ 0,30 m
i_c	pendenza trasversale carreggiata in rettifilo in curva	tutte	 2,5 % ≥ 2,5 %
i_b	pendenza trasversale banchina	tutte	= i_c
c_r	ciglio o arginello in rilevato	A - B - C - D E - F	* ≥ 0,75 m ≥ 0,50 m
d	raccordo	ove previsto	1,00 m
c_s	ciglio in scavo	ove previsto	come c_r
i_a	pendenza trasversale c_r e c_s	tutte	4 %
l_c	larghezza cunetta	tutte	≥ 0,80 m
p_c	profondità cunetta	tutte	vedi figure 4.3.4.b/c
b	banchina	vedi Tab. 3.4.a al Cap. 3	

* dipende dallo spazio richiesto per il funzionamento del dispositivo di ritenuta

Fig. 4.3.4.d

4.3.6. Piazzole di sosta

Le strade di tipo B, C e F extraurbane devono essere dotate di piazzole per la sosta ubicate all'esterno della banchina. Dette piazzole devono avere dimensioni non inferiori a quelle indicate nella figura 4.3.6.a. Esse devono essere distanziate l'una dall'altra in maniera opportuna ai fini della sicurezza della circolazione ad intervalli di circa 1.000 m lungo ciascuno dei due sensi di marcia. Tali piazzole è consigliabile che siano previste anche per le strade di tipo A, con lunghezza complessiva non inferiore a 65 m e con eventuale diversa articolazione.

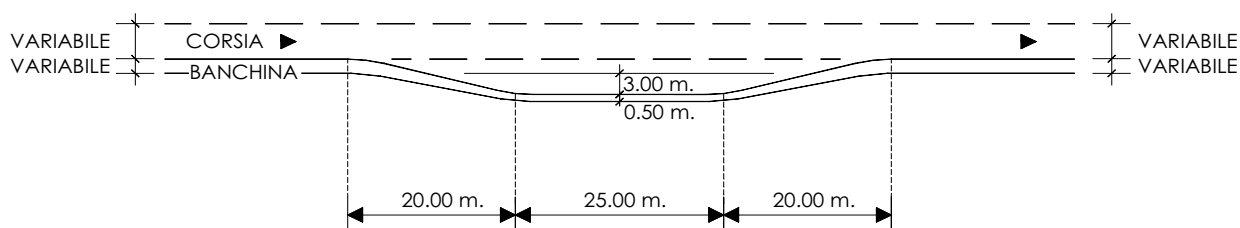



Fig. 4.3.6.a

4.3.7. Dispositivi di ritenuta ed altri elementi di arredo funzionale

La presente norma non dà specifiche indicazioni circa le barriere stradali di sicurezza in quanto la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle stesse è disciplinato dal D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni; pertanto nelle figure contenute in questa norma esse sono rappresentate in maniera schematica.

In aggiunta alle prescrizioni specifiche contenute nel decreto citato si segnala però la necessità, per il progettista stradale, di verificare sempre e comunque che le condizioni di installazione delle barriere di sicurezza siano tali da consentirne il corretto funzionamento, adottando, se necessario, per il margine interno, il margine laterale o il margine esterno dimensioni maggiori delle minime previste dalla presente norma.

Si segnala inoltre la necessità di verificare che sia assicurata la necessaria azione di contenimento sui sostegni delle barriere.

Analoghe verifiche e maggiorazioni dei margini dovranno essere previste per l'eventuale installazione di altri elementi di arredo funzionale (barriere antirumore, pali di illuminazione, portali per segnaletica, ecc.).

CAP. 5 - GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE

5.1 DISTANZE DI VISIBILITA'

5.1.1 Visuali libere

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione ed a seconda dei casi successivamente precisati, con le seguenti distanze:

Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

Distanza di visibilità per il sorpasso, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

5.1.2. Distanza di visibilita' per l'arresto

Si valuta con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \qquad \text{[m]}$$

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4) [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i	=	pendenza longitudinale del tracciato	[%]
τ	=	tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione)	[s]
g	=	accelerazione di gravità	[m/s^2]
Ra	=	resistenza aerodinamica	[N]
m	=	massa del veicolo	[kg]
f_l	=	quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura	
r_0	=	resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile	[N/kg]

La resistenza aerodinamica Ra si valuta con la seguente espressione :

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3{,}6^2} \rho C_x S V^2 \qquad [N]$$

dove:

C_x = coefficiente aerodinamico

S = superficie resistente [m^2]

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m^3]

Per f_l possono adottarsi le due serie di valori di seguito riportate, una relativa alle autostrade e l'altra valida per tutti gli altri tipi di strade (vedi Fig. 5.1.2.a). Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
f_l Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Per le autostrade sono stati adottati valori di f_l maggiori in considerazione del fatto che su tale tipo di vie, caratterizzate da standard geometrici elevati nonché da piani viabili di qualità, l'utente tende ad impegnare l'aderenza disponibile in misura maggiore.

I valori di f_l riferiti alle autostrade possono essere adottati per le strade extraurbane principali (tipo B) qualora le qualità del piano viabile risultino paragonabili a quelle delle strade di tipo A e siano mantenute tali nel tempo.

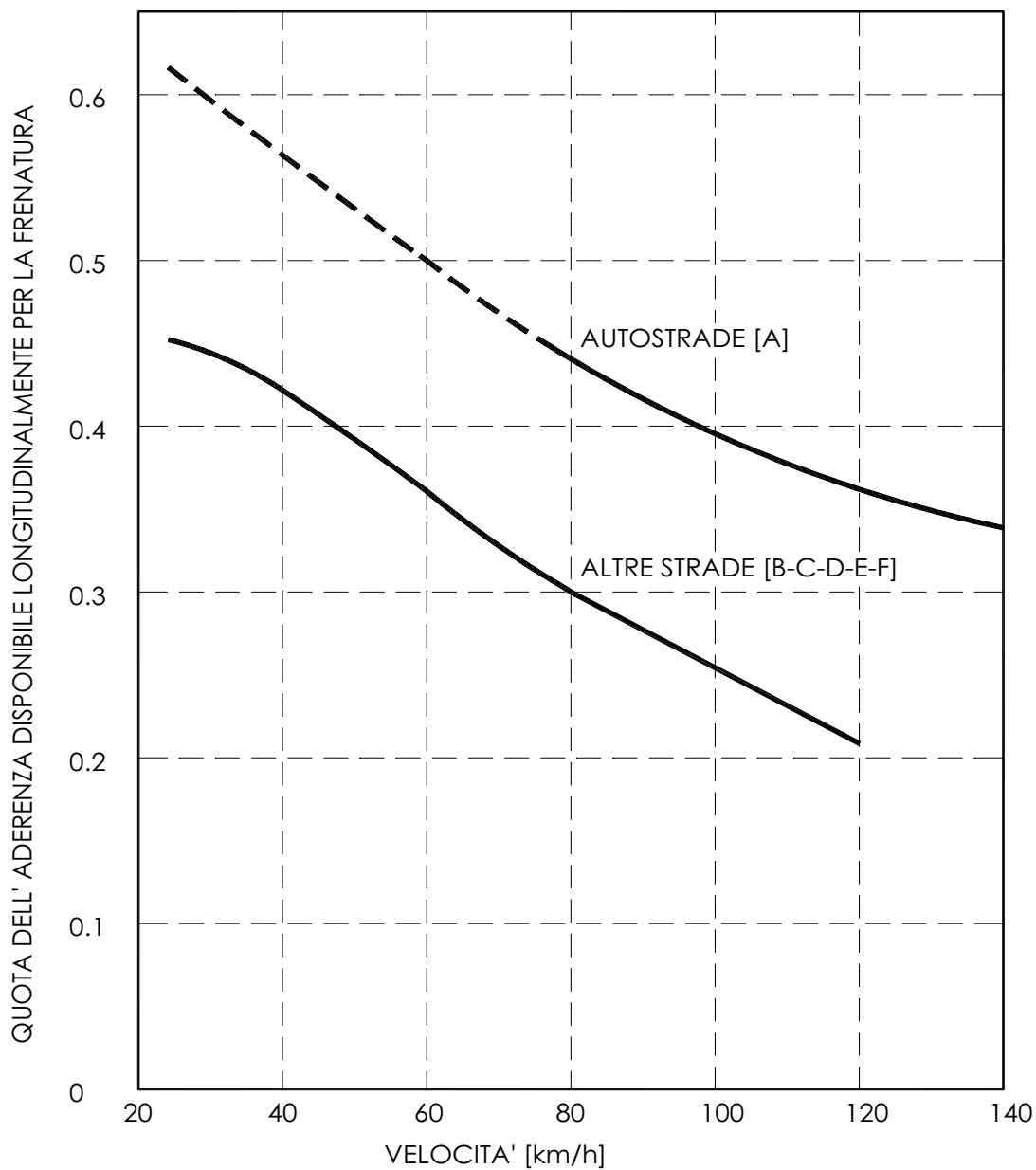



Fig. 5.1.2.a

Le distanze così calcolate sono valide sia in rettifilo che in curva.

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h., in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità.

$$\tau = (2{,}8 - 0{,}01\ V) \qquad [s] \qquad \text{con V in km/h}$$

In situazioni particolari quali incroci o tratti di difficile lettura ed interpretazione (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive ecc.) il tempo di cui sopra va maggiorato di 1 secondo nel caso di strada extraurbana e fino a 3 secondi in ambito urbano.

Le figure 5.1.2.b e 5.1.2.c riportano le distanze di visibilità per l'arresto calcolate come sopra, in funzione di una pendenza longitudinale costante. In caso di variabilità di tale pendenza (raccordi verticali), si può assumere per essa il valore medio.

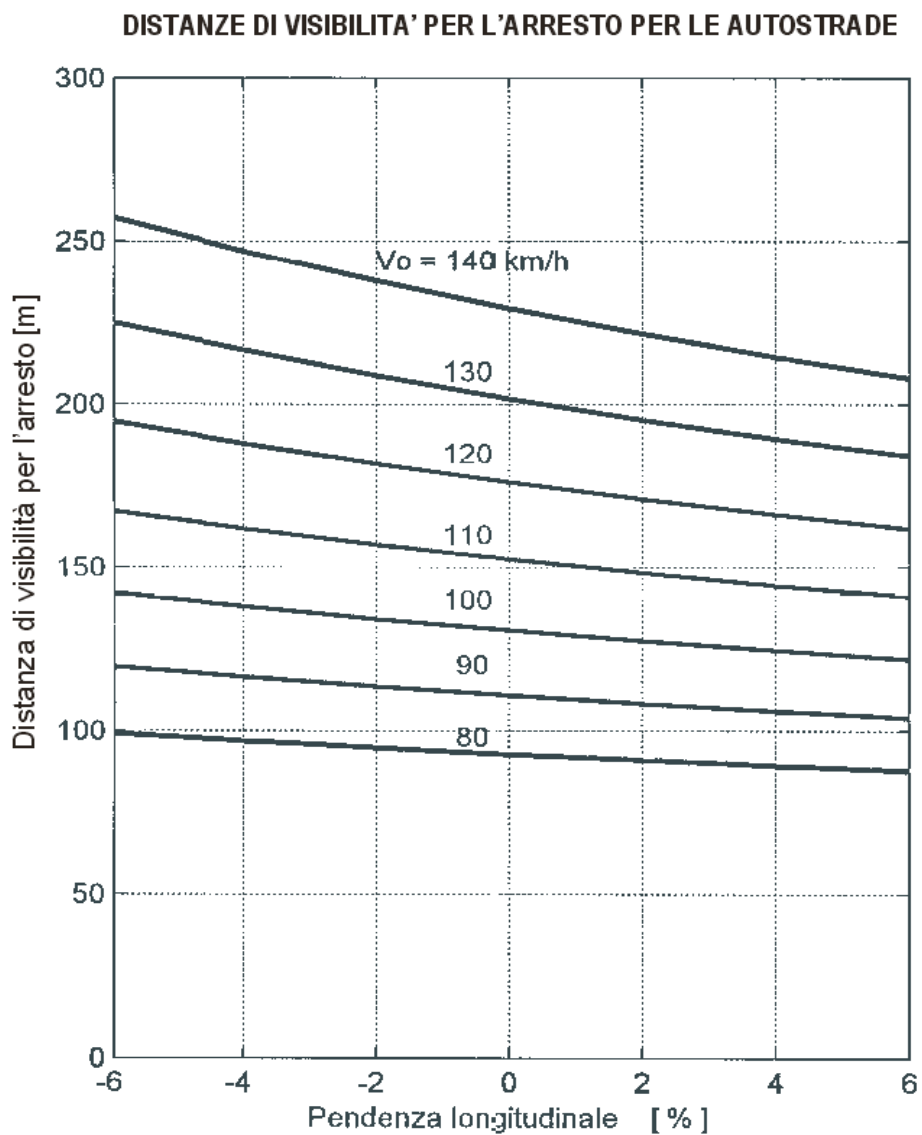



Fig. 5.1.2.b

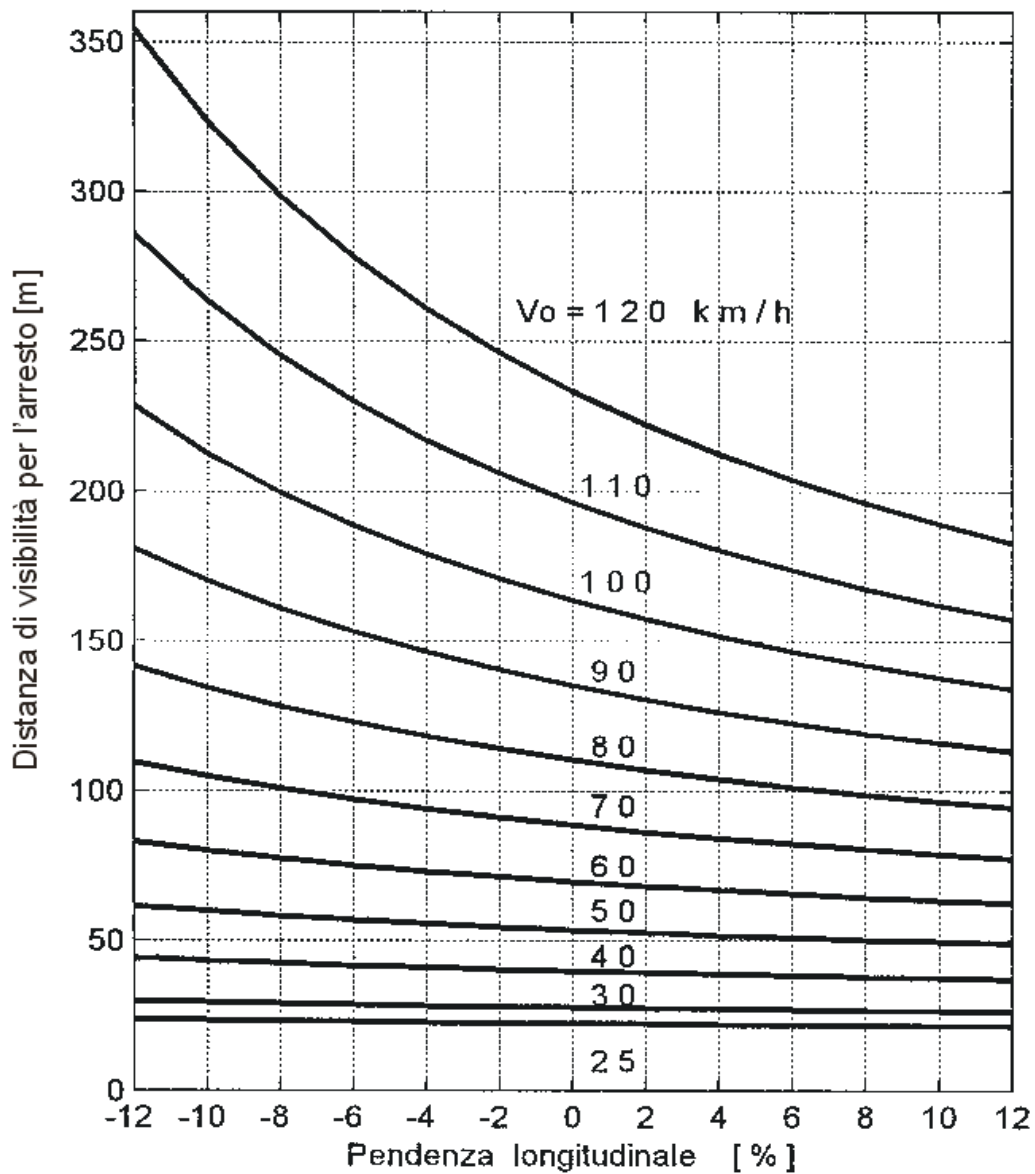



Fig. 5.1.2.c

I diagrammi di figure 5.1.2.b e 5.1.2.c sono calcolati per il caso di arresto di una autovettura le cui caratteristiche di resistenza aerodinamica (con riferimento ad una autovettura media) sono precisate di seguito:

C_x = coefficiente aerodinamico = 0,35
S = superficie resistente = 2,1 [m^2]

m = massa del veicolo = 1250 [kg]
ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard = 1,15 [kg/m^3]

Con queste condizioni e V espressa in km/h

$$\frac{Ra}{m} = 2{,}61 \times 10^{-5} \times V^2 \qquad [\text{N/kg}]$$

5.1.3 Distanza di visibilita' per il sorpasso

In presenza di veicoli marcianti in senso opposto la distanza di visibilità completa per il sorpasso si valuta con la seguente espressione:

$$Ds = 20 \times v = 5{,}5 \times V \qquad [\text{m}]$$

dove:

v (m/s) oppure V(km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma della velocità (cfr. par. 5.4) ed attribuita uguale sia per il veicolo sorpassante che per il veicolo proveniente dal senso opposto.

5.1.4 Distanza di visibilita' per la manovra di cambiamento di corsia

Si valuta lo spazio necessario con la seguente espressione; nella quale i 9,5 secondi comprendono i tempi necessari per percepire e riconoscere la situazione e per la decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia (4 secondi).

$$D_C = 9{,}5 \times v = 2{,}6\,V \qquad [\text{m}]$$

dove:

v = velocità del veicolo in [m/s], op. V in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4)

5.1.5 Applicazioni progettuali

Le distanze di visibilità da verificare dipendono dal tipo di strada in progetto e dall'elemento di tracciato considerato. Indipendentemente però dal tipo di strada e dall'ambito (extraurbano o urbano), lungo tutto il tracciato deve essere assicurata la distanza di visibilità per l'arresto in condizioni ordinarie o con tempi di reazione maggiorati.

Nelle strade extraurbane a unica carreggiata con doppio senso di marcia, la distanza di visibilità per il sorpasso deve essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%.

Nei tratti di carenza di visibilità per il sorpasso, tale manovra deve essere interdetta con l'apposita segnaletica.

In presenza di più corsie per senso di marcia nonché in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, deviazioni ecc.) occorre assicurare la distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia.

Ai fini delle verifiche delle visuali libere, la posizione del conducente deve essere sempre considerata al centro della corsia da lui impegnata, con l'altezza del suo occhio a m. 1,10 dal piano viabile. Nella valutazione della distanza di visibilità per l'arresto, l'ostacolo va collocato a m. 0,10 dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia del conducente. Nel caso della distanza di visibilità per il sorpasso, l'ostacolo mobile va collocato nella corsia opposta, con altezza pari a m. 1,10. Nel caso della manovra di cambiamento di corsia, deve venir verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

5.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE

5.2.1 Criteri di composizione dell'asse

In genere, nelle strade a unica carreggiata si assume come asse quello della carreggiata stessa; nelle strade a due carreggiate complanari e ad unica piattaforma, l'asse si colloca a metà del margine interno. Negli altri casi occorre considerare due assi distinti.

Nella definizione dell'asse di una strada, tradizionalmente si studia separatamente l'andamento planimetrico da quello altimetrico.

Secondo tale impostazione il tracciato planimetrico è costituito da una successione di elementi geometrici tradizionali, quali i rettifili, le curve circolari ed i raccordi a raggio variabile, mentre quello altimetrico si articola in una successione di livellette e raccordi concavi o convessi.

Ai fini di garantire una soluzione sicura, confortevole per gli utenti e soddisfacente dal punto di vista ottico, è necessario adottare per la planimetria e l'altimetria, soluzioni coordinate e compatibili con le velocità di progetto.

Sono possibili, per definire la linea d'asse, soluzioni alternative che si basano sulla utilizzazione di linee polinomiali; ciò può essere fatto considerando separatamente la linea planimetrica e quella altimetrica, oppure definendo la linea d'asse direttamente nello spazio. Tuttavia, nel caso in cui l'asse stradale sia definito secondo linee di tipo polinomiale o con l'impiego di curve diverse da quelle indicate in seguito, le verifiche di accettabilità devono essere effettuate riconducendo le medesime linee alle equivalenti linee tradizionali con procedimenti numerici di assimilazione.

Di seguito ci si riferisce soltanto al modo tradizionale di composizione dei tracciati.

5.2.2. Elementi del tracciato planimetrico

Tra due elementi a raggio costante (curve circolari, ovvero rettifilo e curva circolare) deve essere inserita una curva a raggio variabile, lungo la quale generalmente si ottiene la graduale modifica della piattaforma stradale, cioè della pendenza trasversale, e, ove necessario, della larghezza.

La definizione di questi elementi e la loro combinazione è connessa soprattutto ad esigenze di sicurezza.

- Rettifili

Per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza Lr contenuta nel seguente limite

$$L_r = 22 \times V_{p\,Max} \qquad [m]$$

dove $V_{p\,Max}$ è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h..

Inoltre, in genere, l'adozione dei rettifili di lunghezza limitata favorisce l'inserimento della strada nell'ambiente.

Un rettifilo, per poter esser percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella; per velocità si intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

- Curve circolari

Una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva (cfr. par. 5.4).

I rapporti tra i raggi R1 e R2 di due curve circolari che, con l'inserimento di un elemento a curvatura variabile, si succedono lungo il tracciato di strade di tipo A, B, C, D e F extraurbane, sono regolati dall'abaco riportato nella figura 5.2.2.a. In particolare, per le strade di tipo A e B detto rapporto deve collocarsi nella "zona buona"; per le strade degli altri tipi è utilizzabile pure la "zona accettabile".

Tra un rettifilo di lunghezza L_r ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettifilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

R	>	L_R	per	L_R	<	300 m
R	≥	400 m	per	L_R	≥	300 m

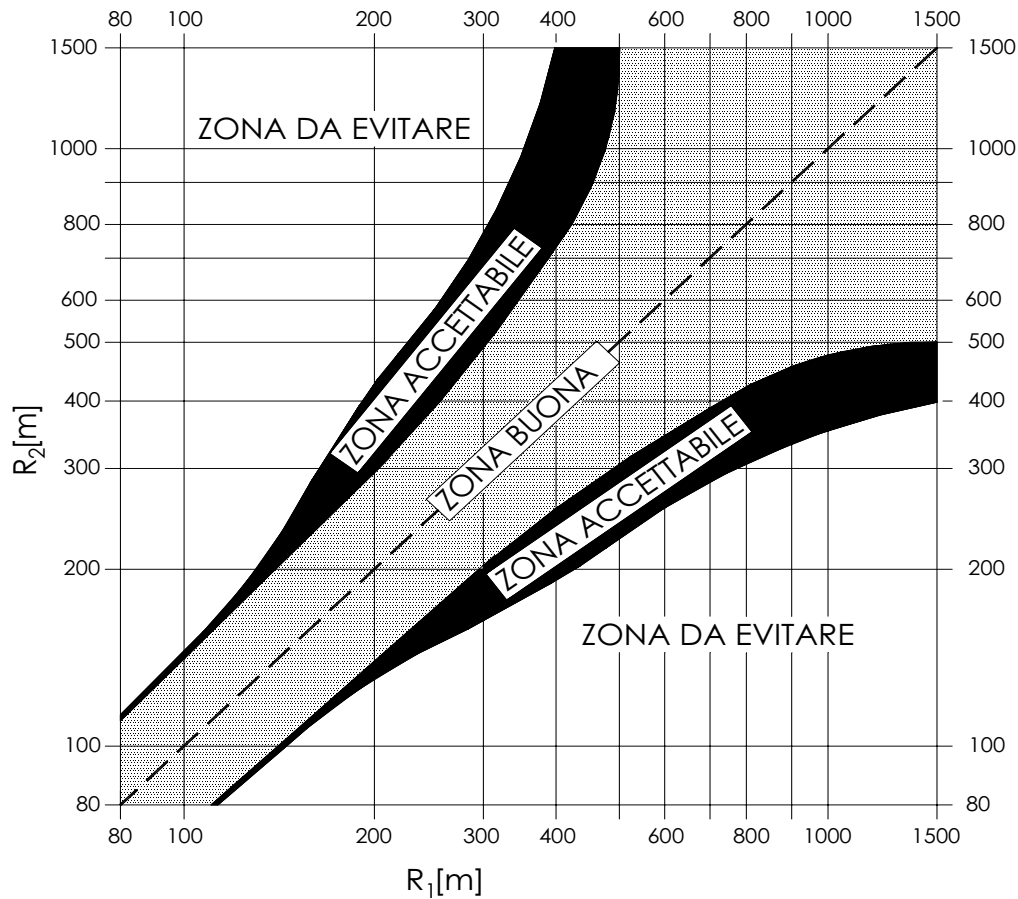



Fig. 5.2.2.a*

5.2.3 Pendenze trasversali della piattaforma nei rettifili

La pendenza trasversale in rettifilo nasce dall'esigenza di allontanamento dell'acqua superficiale. A seconda del tipo di strada si adottano le sistemazioni di cui alla figura 5.2.3.a

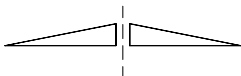
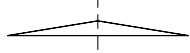
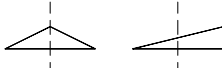
* da "Richtlinien für Anlage von Strassen, RAS - L 1995"

STRADE TIPO	PIATTAFORMA	PENDENZE TRASVERSALI
A, B, D a due o piu' corsie per carreggiata		
E a quattro corsie		
altre strade		

Fig. 5.2.3.a

Indipendentemente dal tipo di strada, la pendenza minima delle falde della carreggiata, i_c, è del 2,5 % (q = 0,025). Valori inferiori saranno impiegati, con gli accorgimenti indicati nel cap. 5.2.4, solo nei tratti di transizione tra elementi di tracciato caratterizzati da opposte pendenze trasversali.

5.2.4 Pendenze trasversali della piattaforma in funzione del raggio delle curve circolari e della velocita'

In curva la carreggiata è inclinata verso l'interno. La pendenza trasversale è la stessa su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio.

La pendenza massima vale 7% (q=0,07) per le strade tipo A (urbane ed extraurbane), tipo B, C, F extraurbane e strade di servizio extraurbane; vale 5% per le strade di tipo D e 3,5 % per le strade di tipo E ed F urbane, nonché per le strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento.

Per la determinazione della pendenza in funzione del raggio è indispensabile stabilire il legame tra la velocità di progetto V_p, la pendenza trasversale in curva i_c e la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente f_t. Dallo studio dell'equilibrio di un veicolo transitante su una curva circolare si ottiene:

$$\frac{V_p^2}{R \times 127} = q + f_t$$

dove:

V_p = velocità di progetto della curva [km/h]

R = raggio della curva [m]

$q = \frac{i_c}{100}$

f_t = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente

Per quanto riguarda la quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile trasversalmente f_t max, valgono i valori di seguito riportati. Tali valori tengono conto, per ragioni di sicurezza, che una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_{t\ max}$ per strade tipo A, B, C, F extra urbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_{t\ max}$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

Per velocità intermedie fra quelle indicate si provvede all'interpolazione lineare.

Per una strada di assegnato intervallo di velocità di progetto, il raggio minimo R_{min} è quello calcolato con l'espressione dianzi citata e con la velocità al limite inferiore dell'intervallo di progetto, per una pendenza trasversale pari alla q_{max}, nonché per un impegno di aderenza trasversale pari a $f_{t\ max}$. Vedansi i valori nella tabella seguente

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	V_p min [km/h]	q_{max}	$f_{t\ max}$	Raggio minimo [m]
AUTOSTRADA	**A**	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	90	0,07	0,118	339
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
		URBANO	STRADA PRINCIPALE	80	0,07	0,130	252
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,035	0,210	51
EXTRAURBANA PRINCIPALE	**B**	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	70	0,07	0,147	178
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
EXTRAURBANA SECONDARIA	**C**	EXTRAURBANO		60	0,07	0,170	118
URBANA DI SCORRIMENTO	**D**	URBANO	STRADA PRINCIPALE	50	0,05	0,205	77
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	25	0,035	0,220	19
URBANA DI QUARTIERE	**E**	URBANO		40	0,035	0,210	51
LOCALE	**F**	EXTRAURBANO		40	0,07	0,210	45
		URBANO		25	0,035	0,220	19

Per raggi maggiori di R_{min} si utilizzano gli abachi di cui alle figure 5.2.4.a (strade tipo A urbane ed extraurbane, tipo B, C, F extraurbane e strade di servizio extraurbane) e 5.2.4.b (strade tipo D, E, F urbane e strade di servizio urbane), procedendo nel modo di seguito riportato.

Finché il raggio è minore di quello R* calcolato con l'espressione citata all'inizio del paragrafo per la velocità V_{max} di progetto, per la pendenza i_{max} e per f_{tmax} , la pendenza trasversale dovrà essere mantenuta costante e pari al valore massimo. In tale campo, cioè per Rmin ≤ R ≤ R*, la velocità di progetto V_p è data dall'espressione già citata, sempre con $f_{tmax}(V_p)$.

La pendenza trasversale 2,5 % deve essere impiegata quando il raggio di curvatura è uguale o maggiore ai valori del raggio $R_{2,5}$, riportati nelle figure seguenti.

Per valori del raggio non inferiori a quelli R’ indicati nella Tabella seguente, è possibile conservare la sagoma in contropendenza al valore - 2,5 %.

STRADA TIPO	A	B	C F extraurbane	D	E F urbane
R’ [m]	10250	7500	5250	2000	1150

STRADA DI SERVIZIO	A extraurbane.	A urbane	B F extraurbane	D
R’ [m]	5250	1150	5250	1150

Per strade soggette a frequente innevamento la pendenza trasversale va limitata al 6 % e di conseguenza il raggio minimo utilizzabile è quello che corrisponde negli abachi a tale valore.

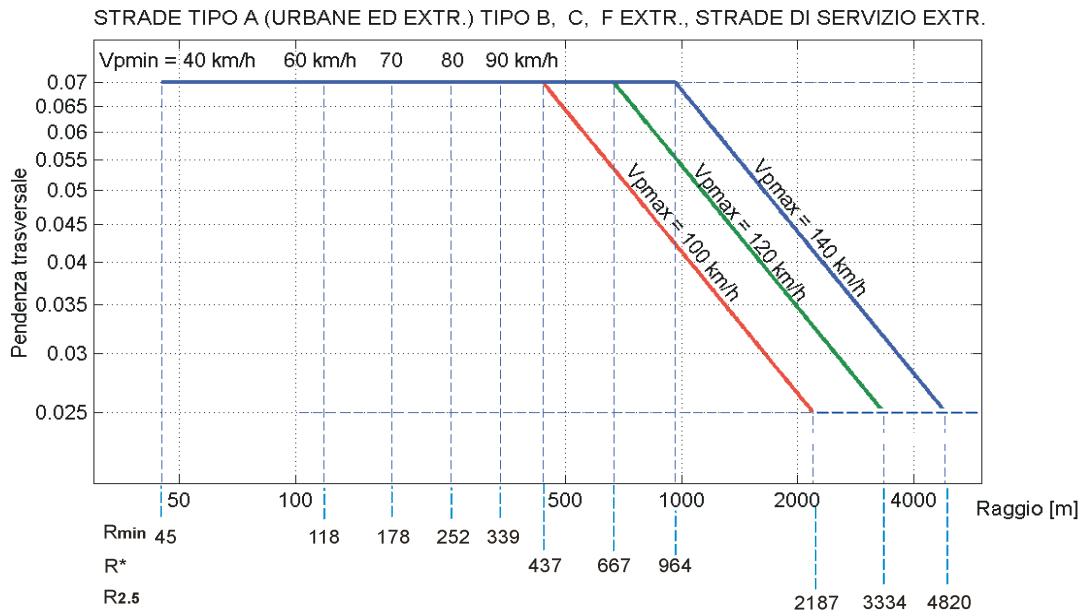



Fig. 5.2.4.a

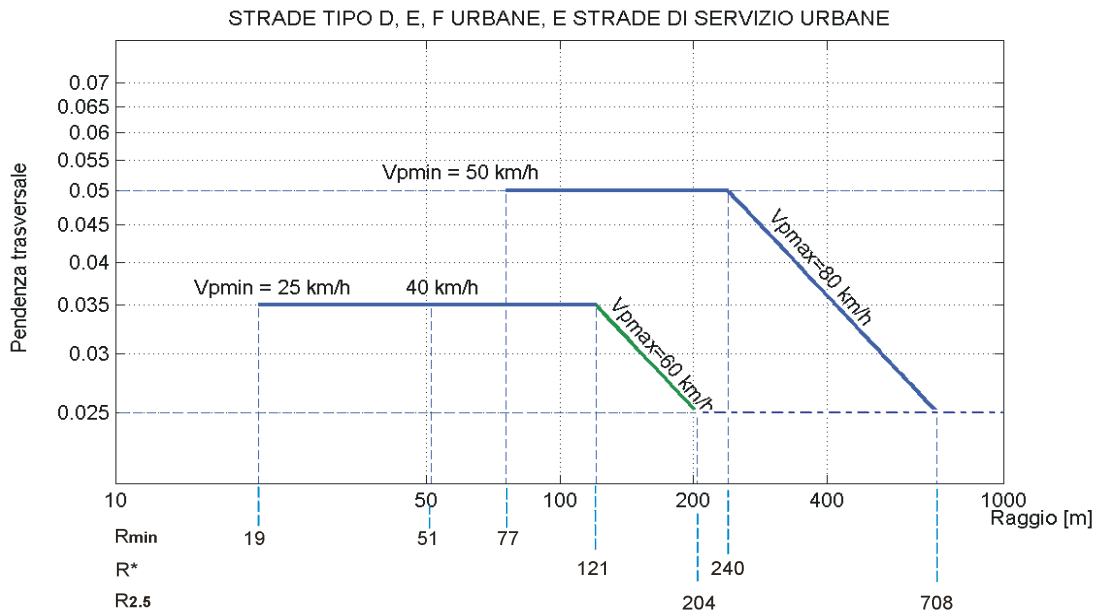



Fig. 5.2.4.b

La pendenza geodetica J risultante dalla combinazione della pendenza trasversale i_c e di quella longitudinale i_l, pari a:

$$J=\sqrt{i_l^2+i_c^2}$$

non deve superare il valore del 10 % per le strade di tipo A e B e del 12% per le altre; nel caso di strade a frequente innevamento tale valore limite è dell' 8%.

La pendenza trasversale calcolata con i criteri ora descritti deve essere estesa all'intera piattaforma, banchine comprese.

La determinazione dei valori del raggio e della velocità nelle curve sulla base dell'equilibrio del veicolo non esime però dall'esame della congruità del valore ottenuto mediante la verifica della visuale libera per le manovre previste ai paragrafi precedenti, verifica che potrebbe comportare una maggiorazione di tale valore oppure un incremento dei franchi laterali, in particolare nelle curve sinistrorse per la presenza di siepi anabbaglianti o di dispositivi di ritenuta, e nelle gallerie.

In galleria la pendenza trasversale minima può essere ridotta al 1 %.

Le norme contenute in questo paragrafo non si applicano, come già detto, alla progettazione dei tornanti delle strade di montagna, dove il raggio risulterà normalmente inferiore al valore minimo ricavato col criterio precedentemente indicato.

5.2.5 Curve a raggio variabile

Queste curve sono progettate in modo da garantire:

- una variazione di accelerazione centrifuga non compensata (contraccolpo) contenuta entro valori accettabili;
- una limitazione della pendenza (o sovrapendenza) longitudinale delle linee di estremità della piattaforma;
- la percezione ottica corretta dell'andamento del tracciato.

La curva a raggio variabile da impiegarsi è la clotoide, che è una particolare curva della famiglia delle spirali generalizzate definite dalla seguente equazione:

$$r \times s^n = A^{n+1}$$

dove:

r = raggio di curvatura nel punto P generico

s = ascissa curvilinea nel punto P generico

A = parametro di scala

n = parametro di forma; regola la variazione della curvatura 1/r

e dove, per n = 1, si ottiene l'equazione della Clotoide (Fig. 5.2.5.a)

$$r \times s = A^2$$

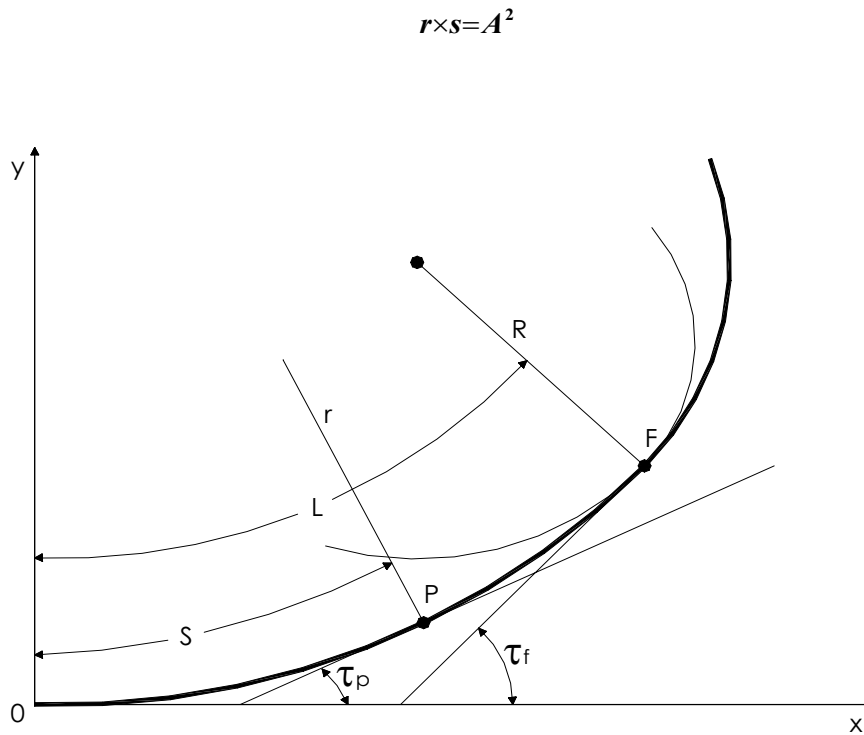



Fig. 5.2.5.a

e dove ancora, nella figura:

F = punto finale della clotoide

R (m) = raggio dell'arco di cerchio da raccordare

L (m) = lunghezza dell'arco di clotoide

τ_p = angolo di deviazione nel generico punto P

τ_f = angolo di deviazione nel punto di fine della clotoide

Verifica del parametro di scala

Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinchè lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo c), fra il parametro A e la massima velocità, V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{V^3}{c} - \frac{g\,V\,R\left(q_f - q_i\right)}{c}}$$

dove:

$q_i = \frac{i_{ci}}{100}$, con i_{ci} = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;

$q_f = \frac{i_{cf}}{100}$, con i_{cf} = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide.

Trascurando il secondo termine dell'espressione del radicando e assumendo per il contraccolpo il valore limite

$$c_{\max} = \frac{50{,}4}{V} \qquad (\mathrm{m/s^3})$$

si ottiene:

$$A \geq 0{,}021 \times V^2$$

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti assetti trasversali, che vanno raccordati longitudinalmente, introducendo una sovrapendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione.

Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i \left(q_i + q_f\right)}$$

dove:

B_i = distanze fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile (vedi Fig. 5.2.6.a) [m]

Δi_{max} (%) = sovrapendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione (vedi par. 5.2.6); in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata

$q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale, in valore assoluto

$q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale, in valore assoluto

Nel caso in cui anche il raggio iniziale sia di valore finito (continuità) il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{B_i\ (q_f - q_i)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \times \frac{\Delta i_{max}}{100}}}$$

dove:

R_i = raggio nel punto iniziale della curva a raggio variabile [m]

R_f = raggio nel punto terminale della curva a raggio variabile [m]

<u>Criterio 3</u> (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo deve essere verificata la relazione

$A \geq R/3$ (R_i/3 in caso di continuità)

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

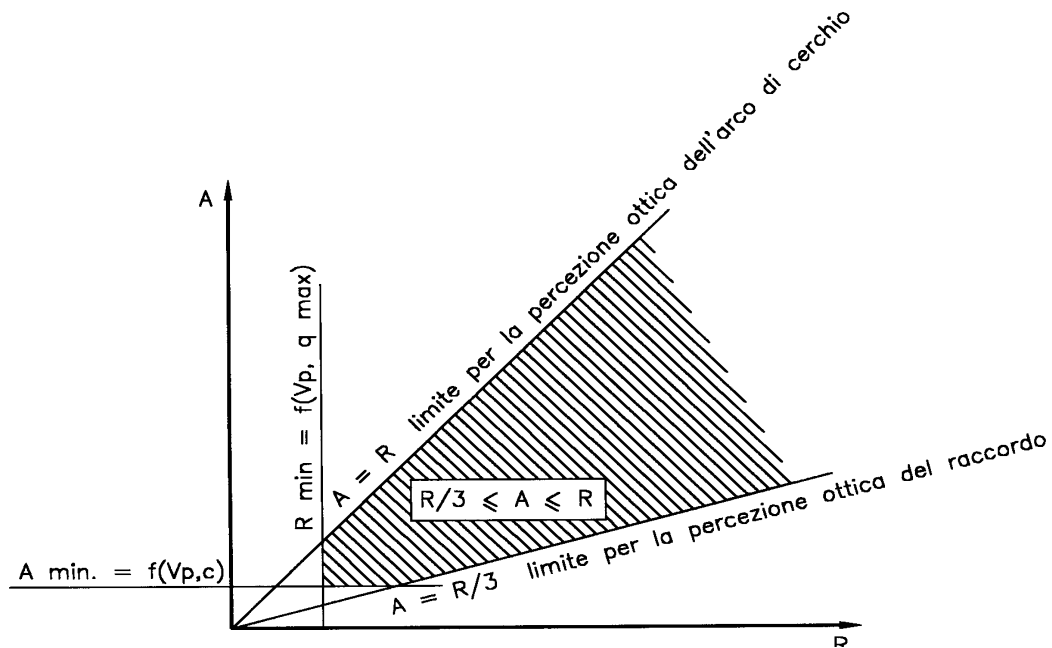
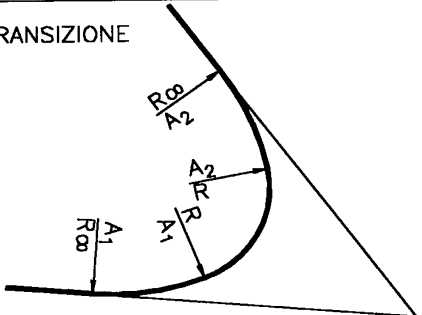
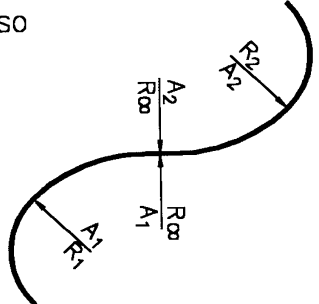
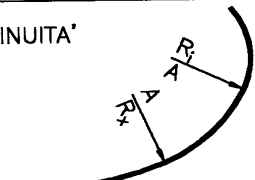
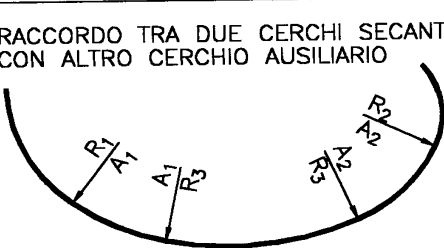
$A \leq R$

Campo di utilizzazione dei raccordi di clotoide

Resta definito dai valori ammissibili per il parametro A, come dalla figura 5.2.5.b seguente

Fig. 5.2.5.b

dove:

$$R_{min} = \frac{V_p^2}{127\left[f_{t\,max}(V_p) + q_{max}\right]}$$

$A_{min} = 0{,}021 \times V_p^2$

In caso di continuità $\frac{R_i}{3} < A < R$

APPLICAZIONI

I casi più importanti nei quali la clotoide viene inserita in un tracciato sono riassunti nella figura 5.2.5.c, dove sono anche indicate le limitazioni per i valori dei parametri e sono anche indicate le situazioni da evitare.

TIPOLOGIA	LIMITI
TRANSIZIONE	$A_1 \geqslant A_{min}$ $A_2 \geqslant A_{min}$ $\frac{R}{3} \leqslant A_1 \leqslant R$ $\frac{R}{3} \leqslant A_2 \leqslant R$ $\frac{2}{3} \leqslant \frac{A_1}{A_2} \leqslant \frac{3}{2}$
FLESSO	$R_2 \leqslant R_1$ $A_1 \geqslant A_{min}$ $A_2 \geqslant A_{min}$ FLESSO ASIMMETRICO $A_1 \neq A_2$ $\frac{R_1}{3} \leqslant A_1 \leqslant R_1$ $\frac{R_2}{3} \leqslant A_2 \leqslant R_2$ $\frac{2}{3} \leqslant \frac{A_1}{A_2} \leqslant \frac{3}{2}$ FLESSO SIMMETRICO $A_1 = A_2 = A$ $\frac{R_1}{3} \leqslant A \leqslant R_2$
CONTINUITA'	$R_x \leqslant R_i$ R_x all'interno di R_i ma non concentrico $A_{min} \leqslant A$ $\frac{R_i}{3} \leqslant A \leqslant R_x$
RACCORDO TRA DUE CERCHI SECANTI CON ALTRO CERCHIO AUSILIARIO	$A_1 \geqslant A_{min}$ $A_2 \geqslant A_{min}$ $\frac{R_3}{3} \leqslant A_1 \leqslant R_1$ $\frac{R_3}{3} \leqslant A_2 \leqslant R_2$ $\frac{2}{3} \leqslant \frac{A_1}{A_2} \leqslant \frac{3}{2}$

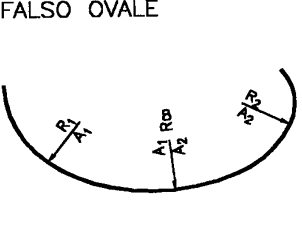
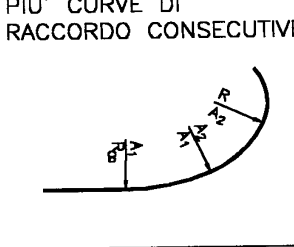



Fig. 5.2.5.c

Nel caso del flesso è possibile inserire un rettifilo di lunghezza non superiore a

$$L = \frac{A_1 + A_2}{12,5} \qquad [m]$$

In questo caso non vale perciò il requisito minimo fissato al par. 5.2.2.

5.2.6 Pendenze trasversali nelle curve a raggio variabile

Lungo le curve a raggio variabile, inserite fra due elementi di tracciato a curvatura costante si realizza il graduale passaggio della pendenza trasversale dal valore proprio di un elemento a quello relativo al successivo (paragrafi 5.2.3 e 5.2.4).

Questo passaggio si ottiene facendo ruotare la carreggiata stradale, o parte di essa, secondo i casi, intorno al suo asse ovvero intorno alla sua estremità interna (Fig. 5.2.6.a).

La rotazione intorno all'asse è generalmente da preferire, ove possibile, perché comporta un minor sollevamento dell'estremità della piattaforma: essa può essere generalmente adottata nelle strade a carreggiata unica a 2 o più corsie e nelle strade a carreggiate separate con spartitraffico di larghezza superiore ai 4 m. Per larghezze minori, allo scopo di evitare che lo spartitraffico acquisti una eccessiva pendenza trasversale, è necessario far ruotare le due vie intorno alle estremità interne delle carreggiate.

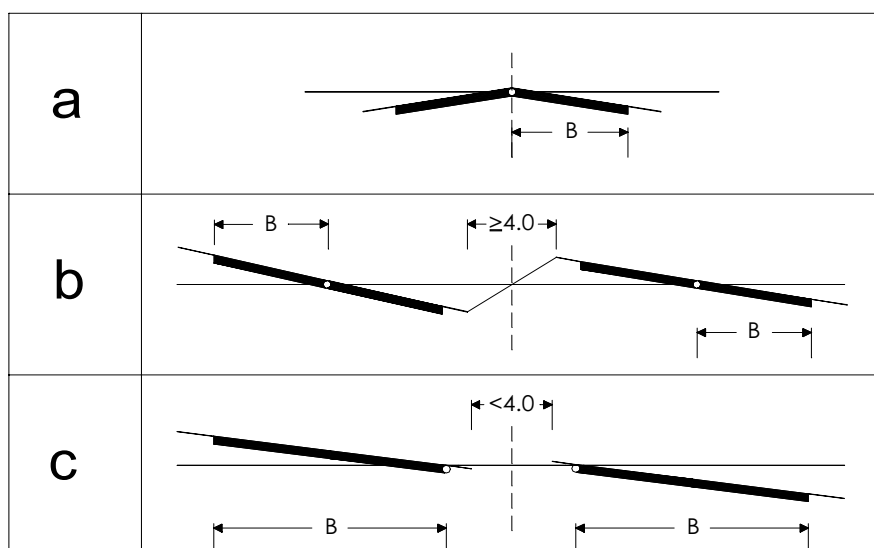



Fig. 5.2.6.a

Nelle strade ad unica carreggiata a due o più corsie, la cui sagoma in rettifilo è a doppia falda, il passaggio dalla sagoma propria del rettifilo a quella della curva circolare avviene generalmente in due tempi: in una prima fase ruota soltanto la falda esterna intorno all'asse della carreggiata fino a realizzare una superficie piana, successivamente ruota l'intera carreggiata (Fig. 5.2.6.b), sempre intorno al suo asse.

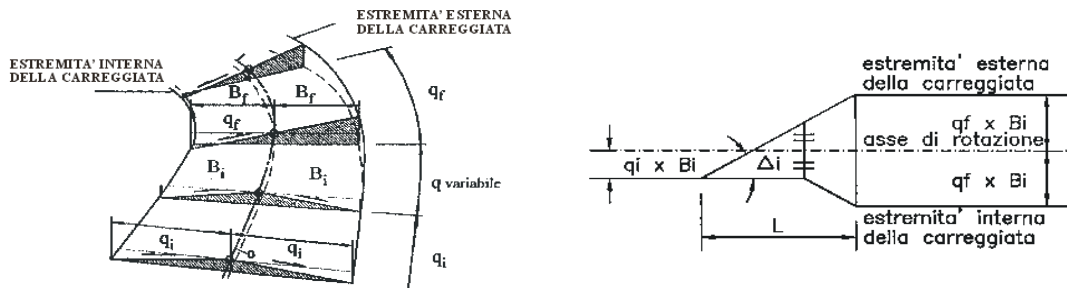



Fig. 5.2.6.b

In curva gli elementi che fiancheggiano la carreggiata (banchine, corsie di emergenza, corsie specializzate, piazzole di sosta) presentano pendenza uguale e concorde a quella della carreggiata.

Valori massimi della pendenza Δ i

Per ragioni dinamiche (cioè per limitare la velocità di rotazione trasversale dei veicoli – velocità di rollio) la sovrapendenza longitudinale Δi [%] delle estremità della carreggiata (esclusi gli eventuali allargamenti in curva) non può superare il valore massimo che si calcola con la seguente espressione.

$$\Delta i_{\max} = \frac{dq}{dt} \times \frac{B_i}{v} \times 100 \cong 18 \times \frac{B_i}{V} \qquad [\%]$$

dove:

$\frac{dq}{dt}$ = variazione della pendenza trasversale nel tempo pari a 0,05 rad. s^{-1}

B_i = distanza (in m) fra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata all'inizio della curva a raggio variabile

V = velocità di progetto [km/h]
v = velocità di progetto [m/s]

Valori minimi della pendenza Δ i

Quando lungo una curva a raggio variabile la pendenza trasversale della carreggiata cambia segno, per esempio lungo una clotoide di flesso e nel passaggio dal rettifilo alla curva circolare, durante una certa fase della rotazione la pendenza trasversale è inferiore a quella minima del 2,5 % necessaria per il deflusso dell’acqua. In questi casi, allo scopo di ridurre al minimo la lunghezza del tratto di strada in cui può aversi ristagno di acqua, è necessario che la pendenza longitudinale Δi dell’estremità che si solleva sia non inferiore ad un valore Δi_{min} [%] dato da:

$$\Delta i_{\min} = 0{,}1 \times B_i \qquad [\%]$$

Se pertanto la pendenza Δi è inferiore a Δi_{min}, è necessario spezzare in due parti il profilo longitudinale di quella estremità della carreggiata che è esterna alla curva, realizzando un primo tratto con pendenza maggiore o uguale a Δi_{min}, fino a quando la pendenza trasversale della via ha raggiunto il 2,5%; la pendenza risultante per il tratto successivo potrà anche essere inferiore a Δi_{min}.

I vari casi che possono presentarsi sono riassunti nella figura 5.2.6.c, dove sono indicate le sagome della carreggiata nelle sezioni caratteristiche ed i profili delle estremità riferiti a quello dell’asse.

Detti casi si riferiscono alla condizione a) della figura 5.2.6.a; le condizioni b e c si risolvono combinando opportunamente le indicazioni della figura 5.2.6.c.

5.2.7 Allargamento della carreggiata in curva

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra la sagoma limite dei veicoli ed i margini delle corsie, è necessario che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = \frac{K}{R} \qquad [m]$$

dove:

K = 45

R = raggio esterno (in m) della corsia;

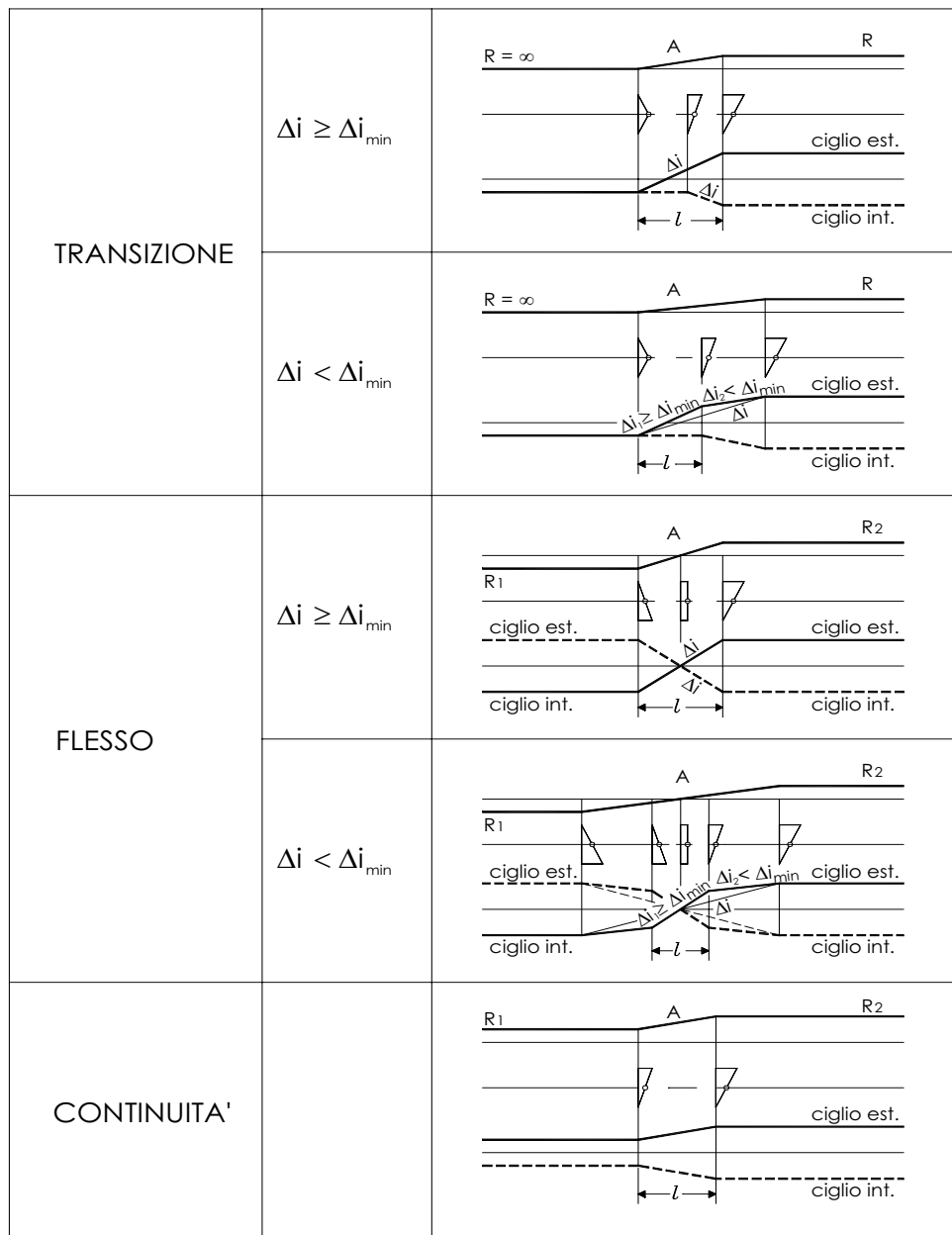



Fig. 5.2.6.c

per R > 40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata. Nel caso di strade a carreggiate separate, o ad unica carreggiata a più di una corsia per senso di marcia, si assume come raggio per il calcolo dell'allargamento quello dell'asse di ciascuna carreggiata o semi carreggiata.

Se l'allargamento E, così calcolato, è inferiore a 20 cm. la corsia conserva la larghezza del rettifilo.

Il valore così determinato potrà essere opportunamente ridotto, al massimo fino alla metà, qualora si ritenga poco probabile l'incrocio in curva di due veicoli appartenenti ai seguenti tipi : autobus ed autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati.

L'allargamento complessivo della carreggiata o semicarreggiata E_t sarà pari alla somma degli allargamenti delle singole corsie nel caso in cui esse siano in numero di una o al massimo due per senso di marcia; nel caso in cui il numero di corsie per senso di marcia sia maggiore di due, l'allargamento complessivo della carreggiata sarà pari alla somma di quelli calcolati per le due corsie più interne alla curva.

Nel caso di raccordo clotoidico (rettifilo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo (Fig. 5.2.7.a).

La lunghezza complessiva L_z del tratto di strada lungo il quale si effettua l'allargamento è quindi:

$$\boldsymbol{L_z = 2 \times 7{,}50 + L} \qquad [\mathrm{m}]$$

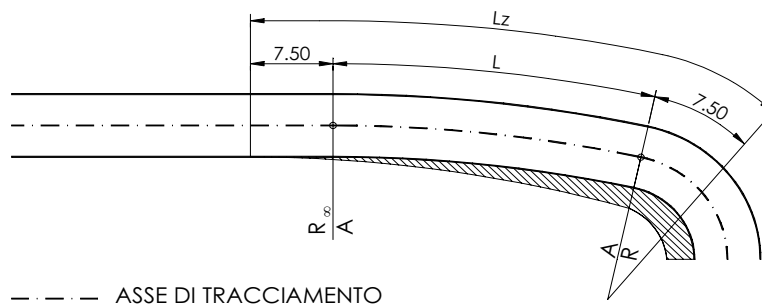



Fig. 5.2.7.a

dove:

L (m) = lunghezza della curva di raccordo.

In ogni caso la lunghezza L_z, anche in assenza di raccordo clotoidico (strade esistenti), deve essere di almeno 15 m.

Nel caso di raccordo di transizione, se la curva circolare ha uno sviluppo inferiore a 15 m (strade esistenti) deve risultare per ciascun ramo del raccordo (Fig. 5.2.7.b)

$$L_z = 7{,}50 + L + \frac{s}{2} \qquad [m]$$

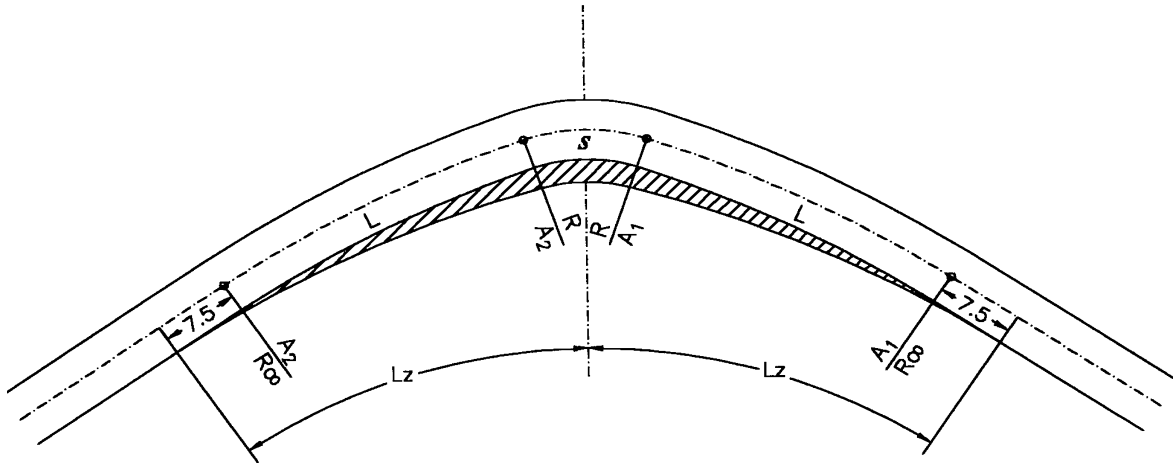



Fig. 5.2.7.b

dove:

s (m) = sviluppo della curva circolare (al limite s= 0)

L (m) = lunghezza della curva di raccordo considerata.

Nel caso di flesso, per ciascun ramo del raccordo l'inizio del tratto di allargamento è anticipato di 7.50 m rispetto al punto di flesso e termina di uguale misura dopo il punto finale della curva di raccordo; (Fig. 5.2.7.c); si ha quindi:

$$L_z = 2 \times 7{,}50 + L \qquad [m]$$

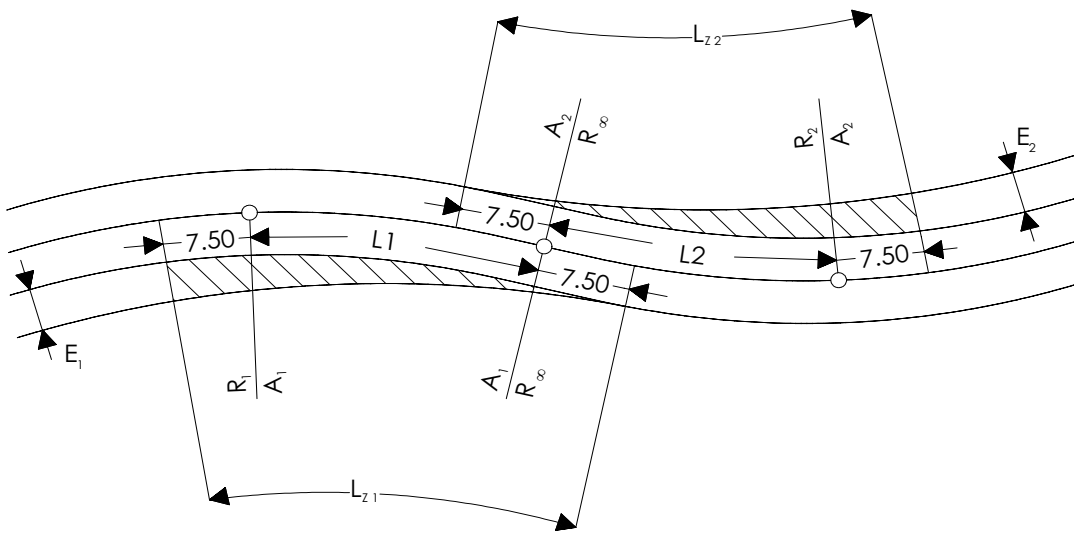



Fig. 5.2.7.c

Nel caso di raccordo di continuità l'allargamento avviene lungo il raccordo;(Fig. 5.2.7.d). Pertanto risulta:

$$L_z = L$$

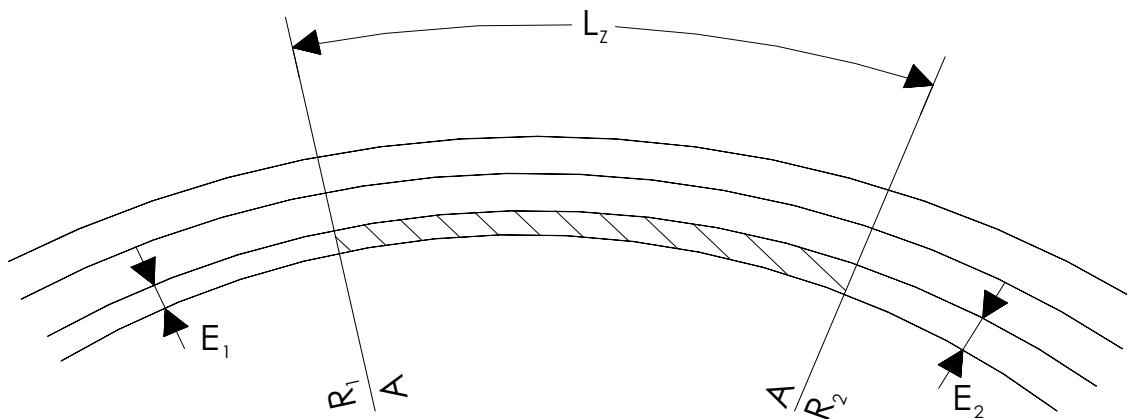



Fig. 5.2.7.d

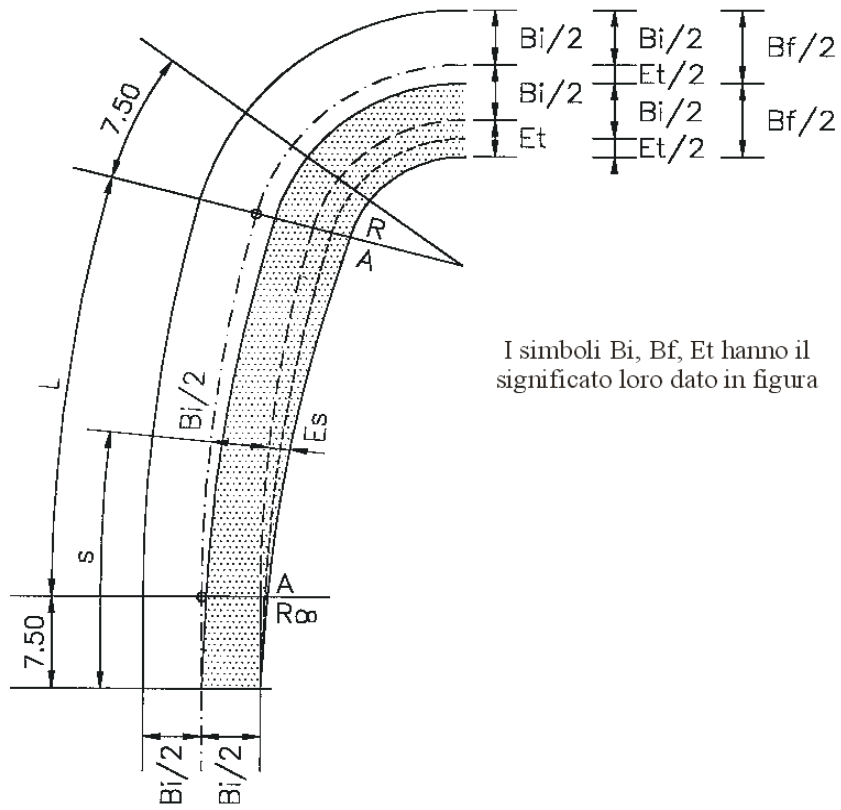
L'allargamento complessivo della carreggiata deve essere riportato tutto sul lato interno della curva (Fig. 5.2.7.e). Le banchine e le eventuali corsie di sosta conservano le larghezze che hanno in rettifilo.

I simboli Bi, Bf, Et hanno il significato loro dato in figura

Fig. 5.2.7.e

Il valore dell'allargamento E_s al variare dell'ascissa curvilinea s si ottiene come nella figura 5.2.7.f e dalle seguenti espressioni

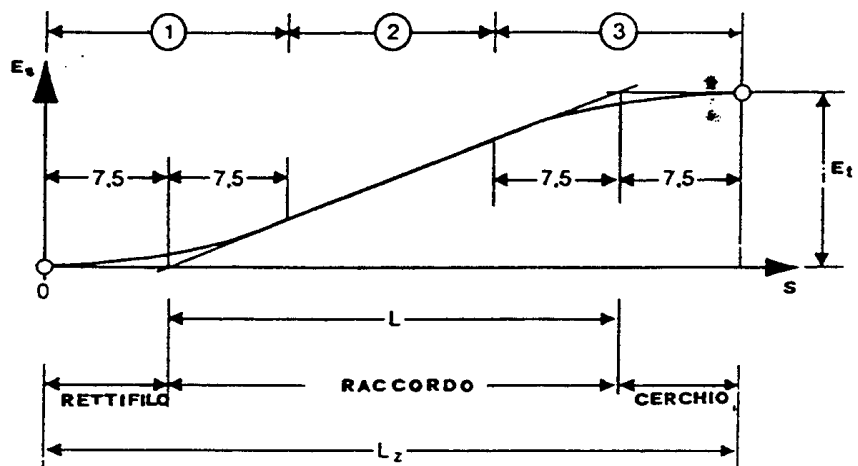



Fig. 5.2.7.f

$$E_s = \frac{E_t}{30 \times L} \times s^2$$ per $0 \leq s \leq 15$ m (tratto 1)

$$E_s = \frac{E_t}{L} \times (s - 7{,}5)$$ per $15 \text{ m} \leq s \leq (L_Z - 15)$ (tratto 2)

$$E_s = E_t - \frac{E_t}{30 \times L} \times (L_z - s)^2$$ per $(L_Z - 15) \leq s \leq L_Z$ (tratto 3)

5.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE

5.3.1 Elementi del profilo altimetrico

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi.

Le pendenze massime adottabili per i diversi tipi di strada sono indicate nella tabella seguente

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA DI SCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA DI QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

I suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

Per quanto riguarda le strade di servizio è consigliabile mantenere pendenze longitudinali uguali a quelle della strada principale corrispondente.

Per strade di tipo A, B e D è opportuno, per contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, non superare in galleria la pendenza del 4%, e ancor meno nel caso di lunghe gallerie in relazione ai volumi ed alla composizione del traffico previsto.

5.3.2 Raccordi verticali

Devono essere eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \qquad [m]$$

dove Δi è la variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare (Fig. 5.3.2.a) ed R_v è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola, determinato come ai paragrafi seguenti.

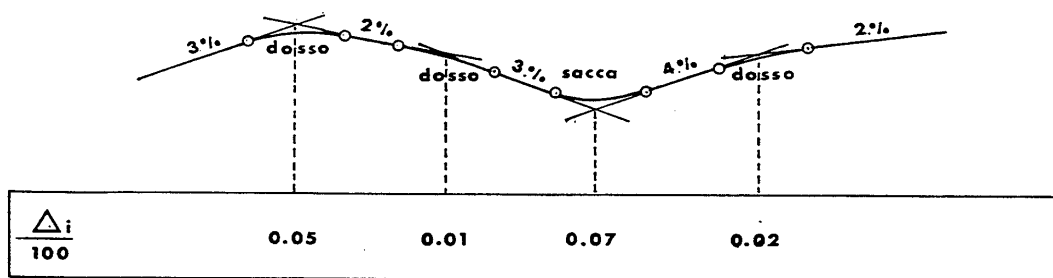



Fig. 5.3.2.a

L'arco di parabola da inserire tra due livellette ha, rispetto al riferimento cartesiano indicato nella figura 5.3.2.b, la seguente equazione

$$y = bx - ax^2$$

dove:

a = parametro della parabola = $\frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v}$ $[m^{-1}]$

$\mathbf{b} = \dfrac{i_1}{100}$

$\mathbf{R_v} = \dfrac{1}{2a}$ = raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola [m]

$\mathbf{L} = \dfrac{\Delta i}{100 \times 2A} = R_v \dfrac{\Delta i}{100}$ = lunghezza dell'arco di parabola [m]

$\mathbf{x_a} = \dfrac{i_1}{\Delta_i} \times L = \dfrac{i_1}{100} \times R_v$ = ascissa del punto a tangente orizzontale (punto più alto del dosso o più basso della sacca) [m]

$\mathbf{y_a} = \dfrac{i_1}{100} \times x_a - a x_a^2$ [m]

$\mathbf{f} = \dfrac{R_v}{8} \left(\dfrac{\Delta i}{100}\right)^2$ [m]

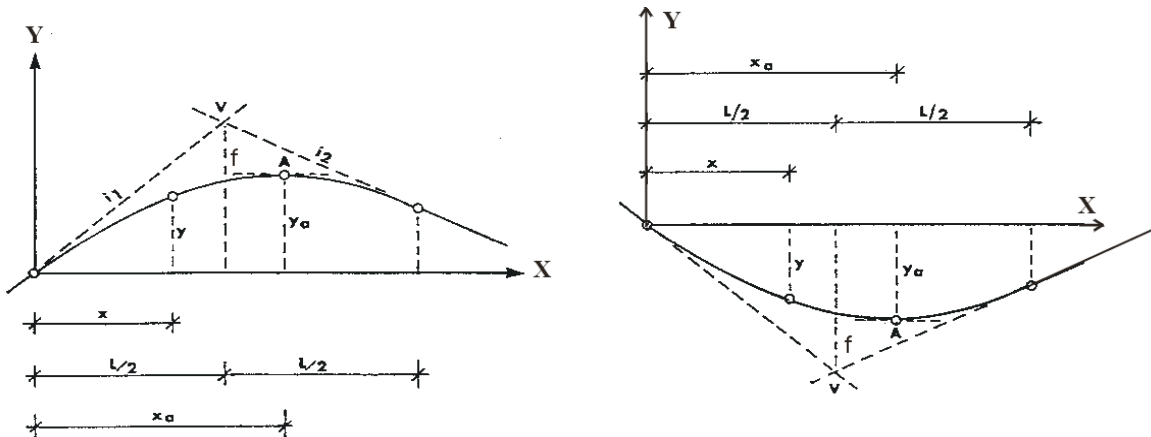



Fig. 5.3.2.b

Il valore minimo del raggio R_v, che definisce la lunghezza del raccordo, deve essere determinato in modo da garantire:

- che nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale; ciò comporta:

  $R_v \geq R_v$ min = 20 m nei dossi

  $R_v \geq R_v$ min = 40 m nelle sacche

- che per il comfort dell'utenza l'accelerazione verticale a_v non superi il valore a_{lim}; si ha

$$a_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{\lim}$$

dove:

$\mathbf{v_p}$ = velocità di progetto della curva [m/s], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (par. 5.4)

$\mathbf{R_v}$ = raggio del raccordo verticale [m]

$\mathbf{a_{lim}}$ = 0,6 m/s^2

- che vengano garantite le visuali libere di cui al par. 5.1 con i criteri di cui ai paragrafi seguenti

In ogni caso, al di là delle verifiche secondo i criteri sopraesposti e che conducono alla determinazione di raggi da intendersi come minimi, è opportuno adottare valori anche sensibilmente maggiori, al fine di garantire una corretta percezione ottica del tracciato, in particolare nei casi di piccole variazioni di pendenza delle livellette e nei casi di sovrapposizione di curve verticali con curve orizzontali (torsione dell'asse).

5.3.3 Raccordi verticali convessi (dossi)

Con riferimento alle distanze di visibilità da verificare in relazione alle situazioni progettuali assunte, e specificate al par. 5.1.5, il raggio minimo del raccordo viene determinato come di seguito.

Siano:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare [m]

Δ_i = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si distinguono due casi:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times \left(h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2} \right)}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2x100}{\Delta i} \left[D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

Si pone di norma h_1 = 1,10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h_2 = 0,10 m. In caso di visibilità necessaria per il sorpasso si pone h_2 = 1,10 m.

La fig. 5.3.3.a fornisce, per diversi valori di D, le lunghezze di R_v quando h_1 = 1,10 m e h_2 = 0,10 m.

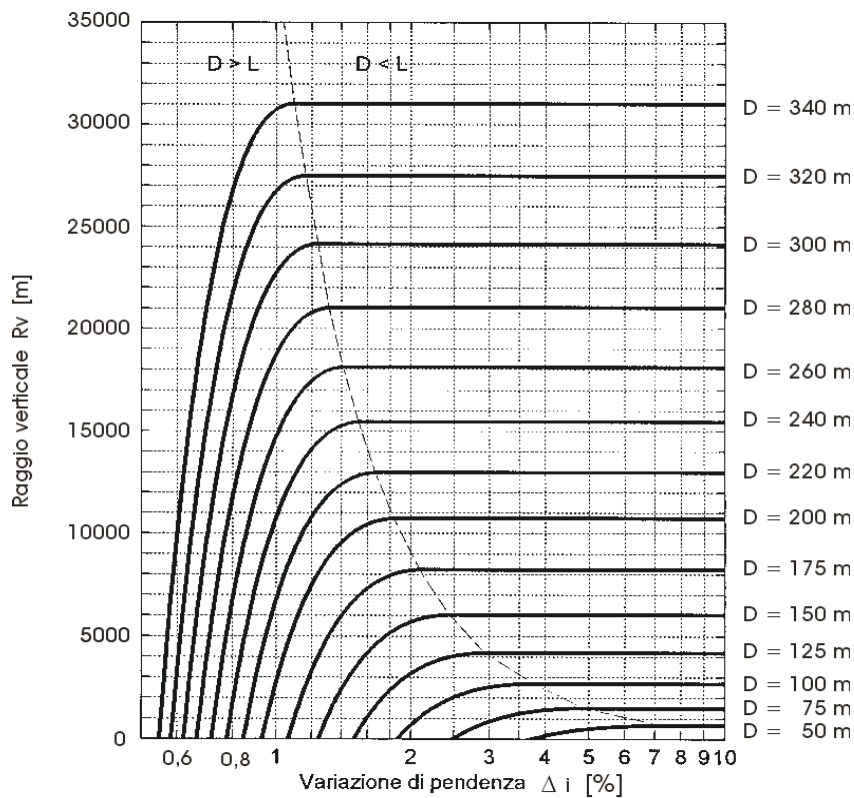



Fig. 5.3.3.a

La fig. 5.3.3.b si riferisce invece ad h_1 = h_2 = 1,10 m.

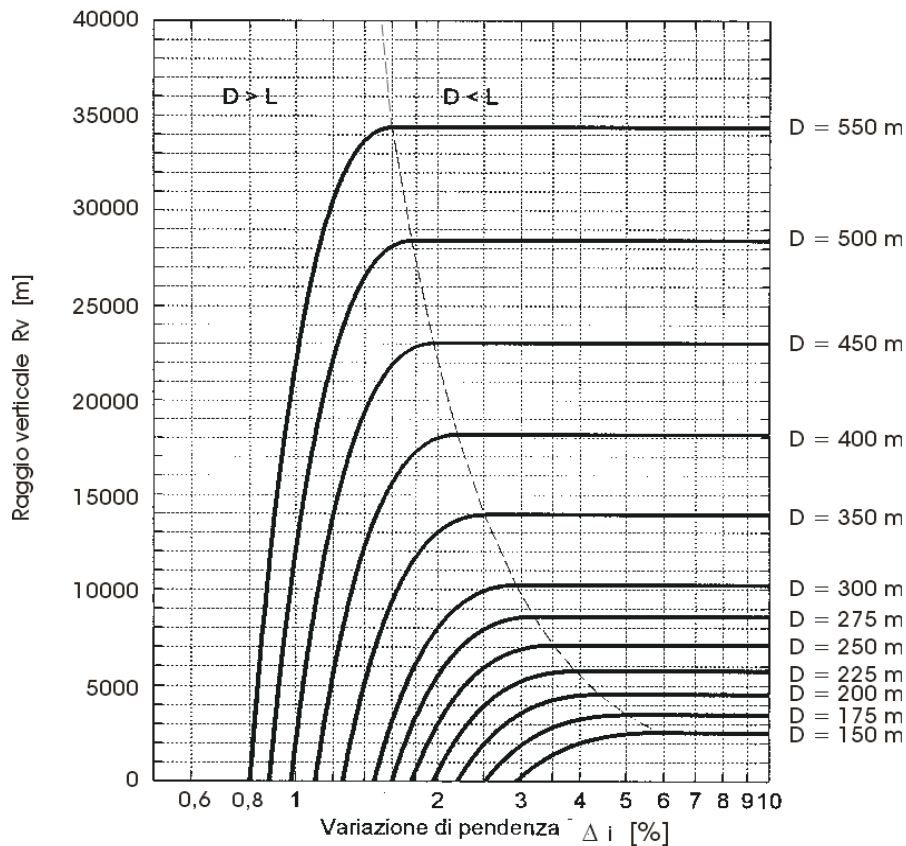



Fig. 5.3.3.b

5.3.4 Raccordi verticali concavi (sacche)

Con riferimento alla sola distanza di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso (par. 5.1.5), ed in mancanza di luce naturale, il raggio minimo del raccordo viene determinato come di seguito.

Siano:

Rv = raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

θ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo

Si distinguono due casi:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2\left(h + D \sin \vartheta\right)}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \, x \, 100}{\Delta i}\left[D - \frac{100}{\Delta i}\left(h + D \times \sin \theta\right)\right]$$

ponendo h = 0,5 m e θ = 1° si hanno i valori di R_v riportati nella figura 5.3.4.a

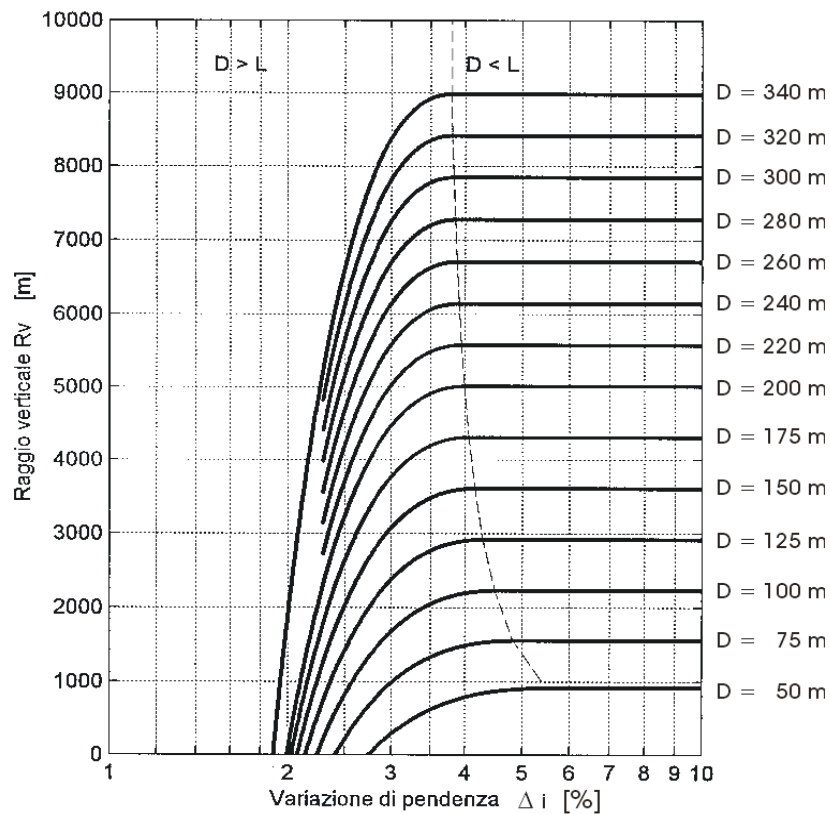



Fig. 5.3.4.a

5.4 DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'

La verifica della correttezza della progettazione comporta la redazione del diagramma di velocità per ogni senso di circolazione.

Come indicato al cap. 2 ed evidenziato nella tabella 3.4.a, ad ogni tipo di strada sono associati un limite inferiore ed uno superiore per le velocità di progetto degli elementi planoaltimetrici che compongono il suo asse.

Il diagramma delle velocità è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. Si costruisce, sulla base del solo tracciato planimetrico, calcolando per ogni elemento di esso l'andamento della velocità di progetto, che deve essere contenuta nei limiti di cui sopra.

Il modello semplificato di variazione della velocità lungo il tracciato, che di seguito si presenta, si basa sulle seguenti ipotesi:

- in rettifilo, sugli archi di cerchio con raggio non inferiore a $R_{2,5}$ (par. 5.2.4), e nelle clotoidi, la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo; gli spazi di accelerazione conseguenti all'uscita da una curva circolare, e quelli di decelerazione per l'ingresso a detta curva, ricadono soltanto negli elementi considerati (rettilineo, curve ampie con $R > R_{2,5}$ e clotoidi);
- la velocità è costante lungo tutto lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$, e si determina dagli abachi 5.2.4.a e 5.2.4.b;
- i valori dell'accelerazione e della decelerazione restano determinati in 0.8 m/s^2;
- si assume che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto.

5.4.1 Lunghezza di transizione

La lunghezza di transizione D_T è la lunghezza in cui la velocità, conformemente al modello teorico ammesso, passa dal valore Vp1 a quello Vp2, competenti a due elementi che si succedono.

D_T (in metri) è dato dalla seguente espressione:

$$D_T = \frac{\Delta V \times V_m}{12{,}96 \times a}$$

dove:

ΔV = differenza di velocità (Vp1 – Vp2) [km/h]
Vm = velocità media tra due elementi [km/h]

a = accelerazione o decelerazione ± 0,8 [m/s²]

5.4.2 Distanza di riconoscimento

Per distanza di riconoscimento D_r s'intende la lunghezza massima del tratto di strada entro il quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. Essa è funzione della velocità e può essere calcolata in metri con la relazione:

$$D_r = t \times v_p$$

con:

t = 12 s

v_p , espressa in m/s, è da intendersi riferita all'elemento di raggio maggiore

Secondo questo modello l'apprezzamento di una variazione di curvatura dell'asse, che consente al conducente di modificare la sua velocità, può avvenire solo all'interno della distanza di riconoscimento e quindi, per garantire la sicurezza della circolazione:

in caso di decelerazioni la distanza di transizione deve avere una lunghezza non superiore alla distanza di riconoscimento

$$D_T \leq D_r$$

ed inoltre perché la variazione di curvatura sia effettivamente percepita deve essere

$$D_T \leq D_V$$

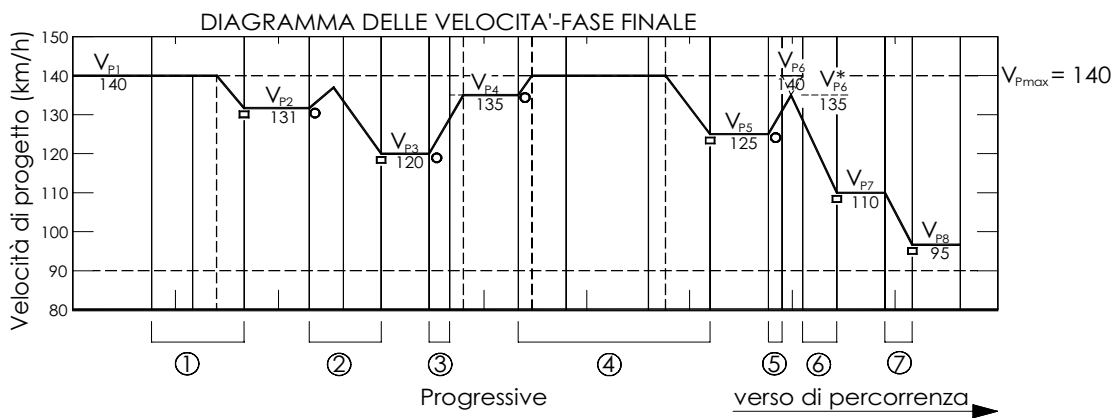
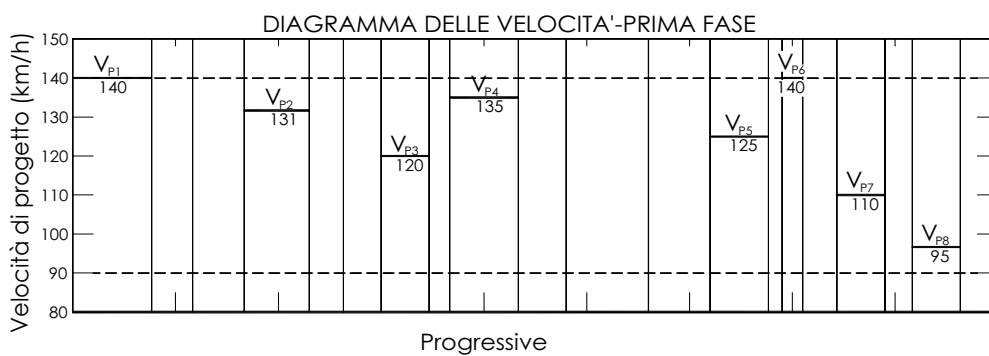
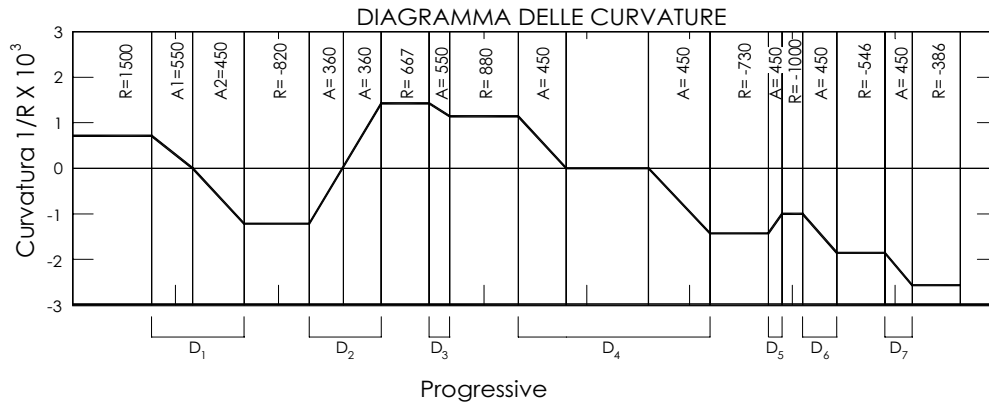
dove con D_V si indica la distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

5.4.3 Costruzione del diagramma delle velocita'

Per chiarezza operativa è opportuno predisporre preliminarmente il diagramma delle curvature dell'asse stradale, associandolo alle velocità di progetto nei tratti a curvatura costante e quindi individuando i punti di inizio delle manovre di accelerazione (O) e quelli finali per le decelerazioni (□). La distanza D indicata nei grafici successivi assomma le lunghezze dei raccordi di transizione e dell'eventuale rettifilo interposto, il tutto fra i punti di tangenza di due curve circolari successive.

Il diagramma delle velocità si ottiene riportando le D_T relative alle manovre di accelerazione o decelerazione dai rispettivi punti di inizio (O) o di fine (□).

Come si può osservare nella figura 5.4.3.a avente solo carattere esemplificativo, i casi che si possono presentare dipendono dal rapporto fra le lunghezze D e D_T, cioè

$$D > D_T \qquad D = D_T \qquad D < D_T$$

①	$V_{Pmax} = V_{P1} > V_{P2}$	$D_1 > D_T$	D_T lunghezza di transizione per decelerare da V_{P1} a V_{P2}	$V_{P1} - V_{P2} \leq 10$ accett.
②	$V_{Pmax} > V_{P2} > V_{P3}$	$D_2 > D_T$	D_T lunghezza di transizione per decelerare da V_{P2} a V_{P3}	$V_{P2} - V_{P3} \leq 20$ accett.
③	$V_{P3} < V_{P4} < V_{Pmax}$	$D_3 < D_T$	D_T lunghezza di transizione per accelerare da V_{P3} a V_{P4}	$V_{P4} - V_{P3} \leq 20$ accett.
④	$V_{Pmax} > V_{P4} > V_{P5}$	$D_4 > (D_{T4} + D_{T5})$	D_{T4} lunghezza di transizione per accelerare da V_{P4} a V_{Pmax} D_{T5} lunghezza di transizione per decelerare da V_{Pmax} a V_{P5}	$V_{P4} - V_{P5} \leq 20$ accett. $V_{Pmax} - V_{P5} > 10$ non acc.
⑤	$V_{P5} < V^*_{P6} < V_{Pmax}$	$D_5 < D_T$	D_T lunghezza di transizione per accelerare da V_{P5} a V_{Pmax}	$V^*_{P6} - V_{P5} \leq 20$ accett.
⑥	$V_{Pmax} > V^*_{P6} > V_{P7}$	$D_6 < D_T$	D_T lunghezza di transizione per decelerare da V_{Pmax} a V_{P7}	$V^*_{P6} - V_{P7} > 20$ non acc.
⑦	$V_{Pmax} > V_{P7} > V_{P8}$	$D_7 = D_T$	D_T lunghezza di transizione per decelerare da V_{P7} a V_{P8}	$V_{P7} - V_{P8} \leq 20$ accett.

5.4.4 Esame del diagramma delle velocita’

Una volta ottenuto il diagramma di velocità e verificato che le condizioni precedentemente indicate sulle distanze di transizione D_T, siano soddisfatte, occorre assicurarsi che il tracciato possa essere ritenuto omogeneo per entrambi i sensi di circolazione.

A questo scopo devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

Per Vpmax ≥ 100 km/h (autostrade, strade extraurbane principali e secondarie) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla Vpmax a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h.

Per gli altri tipi di strade (Vpmax ≤ 80 km/h) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla Vpmax a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità non deve superare 5 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 10 km/h.

Poiché si tratta di una verifica globale sulle scelte puntuali dei vari elementi di un tracciato, nel caso le condizioni sopra esposte non siano verificate, anche solo in singole parti, occorrerà riprendere la geometria di interi tratti.

5.5 COORDINAMENTO PLANO - ALTIMETRICO

Al fine di garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare variazioni brusche delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico, occorre coordinare opportunamente l'andamento planoaltimetrico dell'asse con il profilo longitudinale. Un valido strumento di controllo di tale coerenza è fornito dalla rappresentazione prospettica del tracciato.

5.5.1 Posizione del raccordo verticale

Quando un raccordo verticale è situato in un tratto ad andamento rettilineo ed è sufficientemente distante dai punti di tangenza delle curve planimetriche, la percezione del tracciato è corretta. Se non è possibile evitare la sovrapposizione dei due elementi curvilinei, è opportuno far coincidere il vertice del raccordo verticale con quello della curva planimetrica. In tal caso, il risultato ottimale dal punto di vista ottico lo si ottiene se la lunghezza dei due raccordi è dello stesso ordine.

Nei tratti con andamento planimetrico sinuoso è opportuno evitare cambiamenti di pendenza longitudinale.

5.5.2 Difetti di coordinamento fra elementi planimetrici ed altimetrici

• Occorre evitare che il punto di inizio di una curva planimetrica coincida o sia prossimo con la sommità di un raccordo verticale convesso. Se ciò si verifica, risulta mascherato il cambiamento di direzione in planimetria.

Un miglioramento del quadro prospettico lo si ottiene anticipando l'inizio dell'elemento curvilineo planimetrico quanto più possibile.

• Occorre evitare che un raccordo planimetrico inizi immediatamente dopo un raccordo concavo. Se ciò si verifica la visione prospettica dei cigli presenta una falsa piega.

Quando non sia possibile spostare i due elementi in modo che le posizioni dei rispettivi vertici coincidano, un miglioramento della qualità ottica del tracciato lo si ottiene imponendo che il rapporto fra il raggio verticale Rv ed il raggio della curva planimetrica R sia ≥ 6.

• Occorre evitare l'inserimento di raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo. In questo caso, la visione prospettica di uno dei cigli presenta difetti di continuità.

Per correggere tale difetto occorre aumentare il più possibile il rapporto Rv/R in modo che gli sviluppi dei due raccordi coincidano.

• Occorre evitare il posizionamento di un raccordo concavo immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica. Anche in questo caso nelle linee di ciglio si presentano evidenti difetti di continuità ed inoltre si percepisce un restringimento della larghezza della sede stradale che può indurre l'utente ad adottare comportamenti non rispondenti alla reale situazione del tracciato.

Questo difetto può essere ancora corretto portando a coincidere i vertici dei due elementi.

• Occorre evitare che il vertice di un raccordo concavo coincida o sia prossimo ad un punto di flesso della linea planimetrica. Anche in questo caso la visione prospettica è falsata e l'utente percepisce un falso restringimento della larghezza della sede stradale.

Per ovviare a tale difetto si provvede come nel caso precedente.

5.5.3 Perdita di tracciato

Quando un raccordo concavo segue un raccordo convesso, nel quadro prospettico dell'utente può rimanere mascherato un tratto intermedio del tracciato. Si definisce questa situazione come "perdita di tracciato" (vedi figura 5.5.3.a). Questa perdita può disorientare l'utente quando il tracciato ricompare ad una distanza inferiore a quella riportata nella tabella seguente.

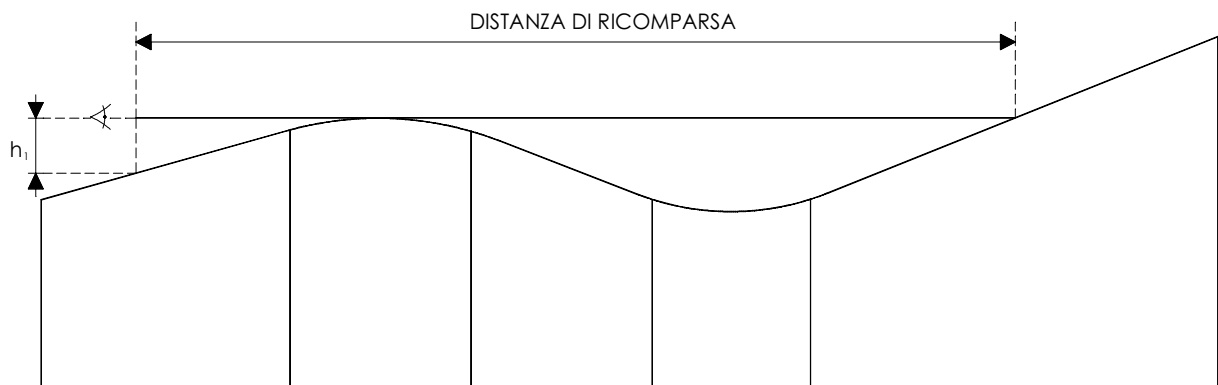
Velocità [km/h]	25	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Distanza di ricomparsa [m]	150	180	220	280	350	420	500	560	640	720	800	860

Occorre evitare queste situazioni, in particolare, quando mascherano intersezioni o cambiamenti di direzione.

Fig. 5.5.3.a

01A13858

GIANFRANCO TATOZZI, *direttore* FRANCESCO NOCITA, *redattore*

(4652510/1) Roma, 2001 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.

MODALITÀ PER LA VENDITA

La «Gazzetta Ufficiale» e tutte le altre pubblicazioni ufficiali sono in vendita al pubblico:

— presso l'Agenzia dell'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato in ROMA: piazza G. Verdi, 10 - ☎ 06 85082147;

— presso le Librerie concessionarie indicate nelle pagine precedenti.

Le richieste per corrispondenza devono essere inviate all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Gestione Gazzetta Ufficiale - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 Roma, versando l'importo, maggiorato delle spese di spedizione, a mezzo del c/c postale **n. 16716029.**
Le inserzioni, come da norme riportate nella testata della parte seconda, si ricevono con pagamento anticipato, presso le agenzie in Roma e presso le librerie concessionarie.

PREZZI E CONDIZIONI DI ABBONAMENTO - 2002
(Salvo conguaglio)

Gli abbonamenti annuali hanno decorrenza dal 1° gennaio e termine al 31 dicembre 2002
i semestrali dal 1° gennaio al 30 giugno 2002 e dal 1° luglio al 31 dicembre 2002

PARTE PRIMA - SERIE GENERALE E SERIE SPECIALI
Gli abbonamenti tipo A, A1, F, F1 comprendono gli indici mensili

	Euro	Lire
Tipo A - Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari:		
- annuale	**271,00**	524.729
- semestrale	**154,00**	298.186
Tipo A1 - Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi:		
- annuale	**222,00**	429.852
- semestrale	**123,00**	238.161
Tipo A2 - Abbonamento ai supplementi ordinari contenenti i provvedimenti non legislativi:		
- annuale	**61,00**	118.112
- semestrale	**36,00**	69.706
Tipo B - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti dei giudizi davanti alla Corte costituzionale:		
- annuale	**57,00**	110.367
- semestrale	**37,00**	71.642
Tipo C - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti delle Comunità europee:		
- annuale	**145,00**	280.759
- semestrale	**80,00**	154.902
Tipo D - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata alle leggi ed ai regolamenti regionali:		
- annuale	**56,00**	108.431
- semestrale	**35,00**	67.769
Tipo E - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata ai concorsi indetti dallo Stato e dalle altre pubbliche amministrazioni:		
- annuale	**142,00**	274.950
- semestrale	**77,00**	149.093
Tipo F - *Completo*. Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi e non legislativi ed ai fascicoli delle quattro serie speciali (ex tipo F):		
- annuale	**586,00**	1.134.654
- semestrale	**316,00**	611.861
Tipo F1 - Abbonamento ai fascicoli della serie generale inclusi i supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi ed ai fascicoli delle quattro serie speciali (escluso il tipo A2):		
- annuale	**524,00**	1.014.605
- semestrale	**277,00**	536.347

Integrando con la somma di **€ 80,00 (L. 155.250)** *il versamento relativo al tipo di abbonamento della* Gazzetta Ufficiale - *parte prima - prescelto, si riceverà anche l'Indice repertorio annuale cronologico per materie 2002.*

	Euro	Lire
Prezzo di vendita di un fascicolo separato della *serie generale*	**0,77**	1.491
Prezzo di vendita di un fascicolo separato delle *serie speciali I, II e III*, ogni 16 pagine o frazione	**0,80**	1.549
Prezzo di vendita di un fascicolo della *IV serie speciale «Concorsi ed esami»*	**1,50**	2.904
Prezzo di vendita di un fascicolo *indici mensili*, ogni 16 pagine o frazione	**0,80**	1.549
Supplementi ordinari per la vendita a fascicoli separati, ogni 16 pagine o frazione	**0,80**	1.549
Supplementi straordinari per la vendita a fascicoli, ogni 16 pagine o frazione	**0,80**	1.549

Supplemento straordinario «Bollettino delle estrazioni»

	Euro	Lire
Abbonamento annuale	**86,00**	166.519
Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione	**0,80**	1.549

Supplemento straordinario «Conto riassuntivo del Tesoro»

	Euro	Lire
Abbonamento annuale	**55,00**	106.495
Prezzo di vendita di un fascicolo separato	**5,00**	9.681

PARTE SECONDA - INSERZIONI

	Euro	Lire
Abbonamento annuale	**253,00**	489.876
Abbonamento semestrale	**151,00**	292.377
Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione	**0,85**	1.646

Raccolta Ufficiale degli Atti Normativi

	Euro	Lire
Abbonamento annuo	**188,00**	364.019
Abbonamento annuo per Regioni, Province e Comuni	**175,00**	338.847
Volume separato	**17,50**	33.885

TARIFFE INSERZIONI
(densità di scrittura, fino a 77 caratteri/riga, nel conteggio si comprendono punteggiature e spazi)

	Euro	Lire
Inserzioni Commerciali per ogni riga, o frazione di riga	**20,24**	39.200
Inserzioni Giudiziarie (comprese le comunicazioni o avvisi relativi a procedure di esproprio per pubblica utilità) per ogni riga, o frazione di riga	**7,95**	15.400

I prezzi di vendita, in abbonamento ed a fascicoli separati, per l'estero, *nonché quelli di vendita dei fascicoli delle* annate arretrate, *compresi i fascicoli dei supplementi ordinari e straordinari, sono* raddoppiati.

L'importo degli abbonamenti deve essere versato sul c/c postale n. 16716029 intestato all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. L'invio dei fascicoli disguidati, che devono essere richiesti entro 30 giorni dalla data di pubblicazione, è subordinato alla trasmissione dei dati riportati sulla relativa fascetta di abbonamento.

Per informazioni, prenotazioni o reclami attinenti agli abbonamenti oppure alla vendita della *Gazzetta Ufficiale* bisogna rivolgersi direttamente all'Amministrazione, presso l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 ROMA

Gestione Gazzetta Ufficiale Abbonamenti Vendite	Ufficio inserzioni	Numero verde
☎ 800-864035 - Fax 06-85082520	☎ 800-864035 - Fax 06-85082242	☎ 800-864035